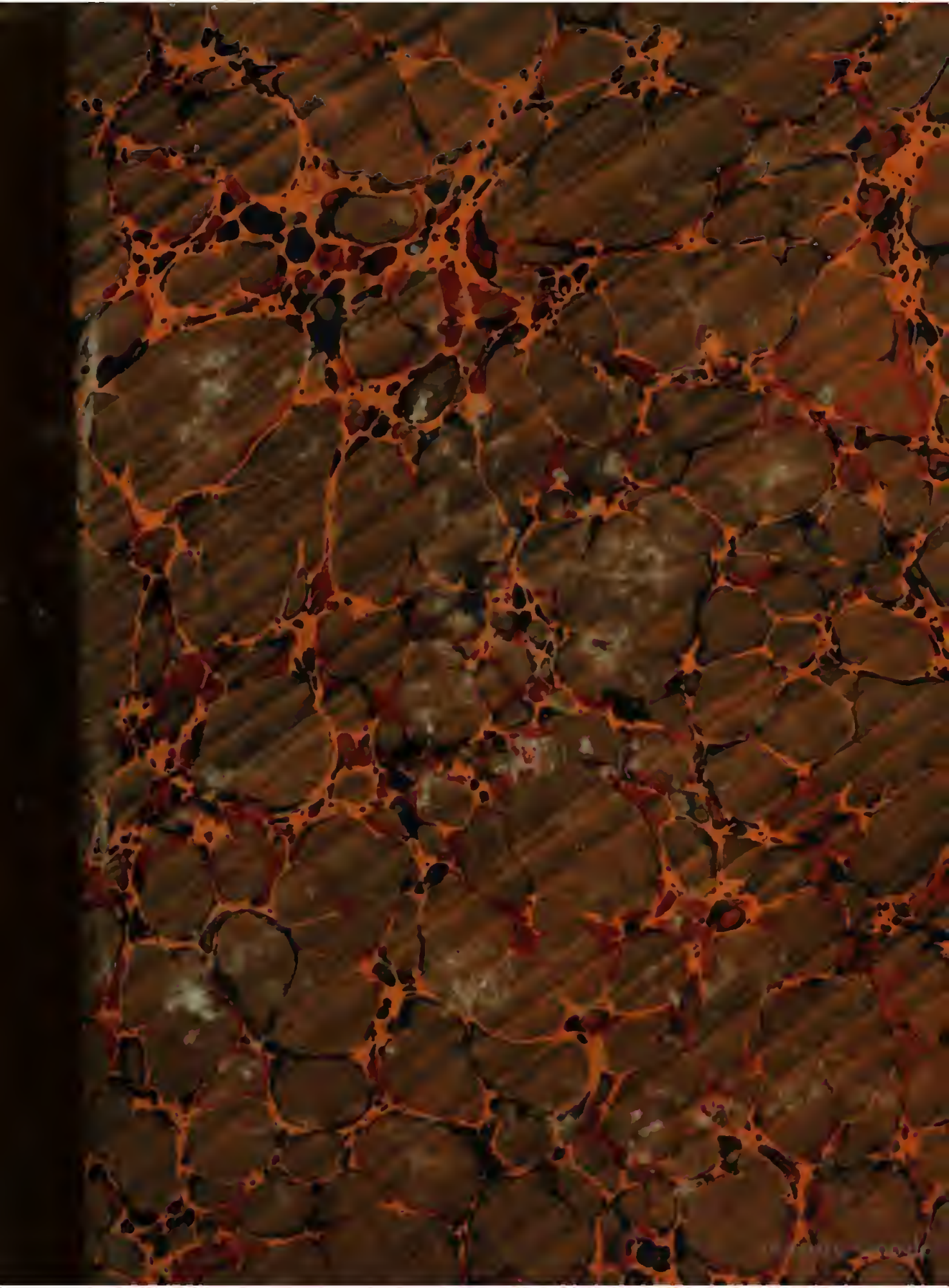


FONDO PROVINCIA

10-H-27

9. H. 47.

3327

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio

Palchetto

Num.° d' ordine 9 10 47

NAZIONALE

B. Prov.

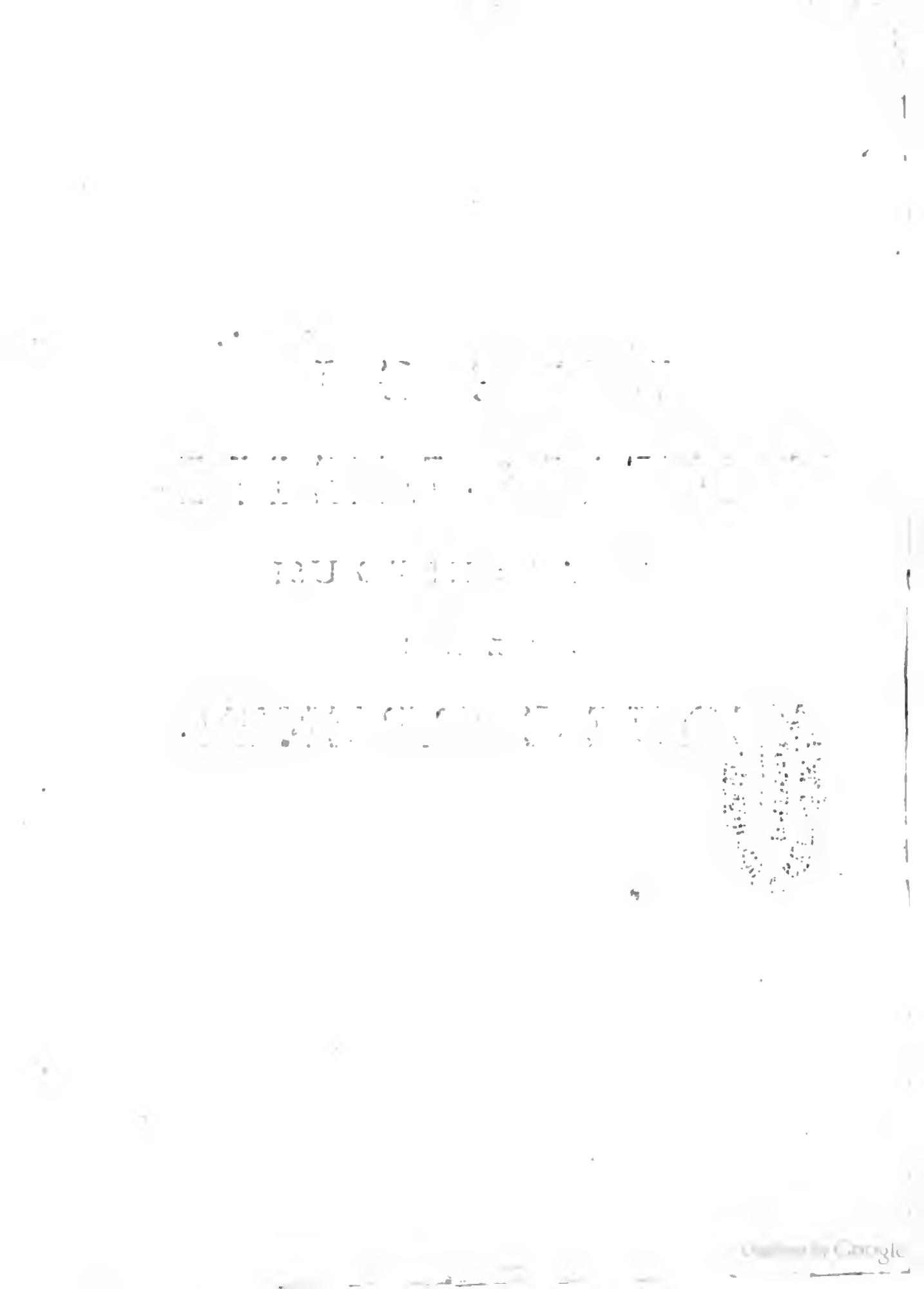
VITT. EM. III

2434

NAPOLI

B. Prov.
I
2434

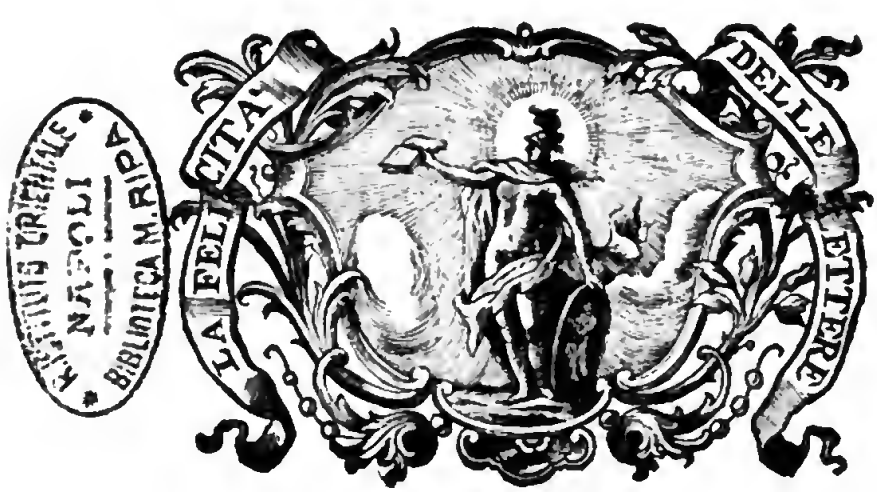
LEGGI
E FENOMENI,
REGOLAZIONI ED USI
DELLE
ACQUE CORRENTI.



C08056

LEGGI
E FENOMENI,
REGOLAZIONI ED USI
DELLE
ACQUE CORRENTI
DI
BERNARDINO ZENDRINI
MATEMATICO DELLA
SERENISSIMA REPUBBLICA DI VENEZIA

CON LA SOPRAINTENDENZA GENERALE DELLE ACQUE.



BIBLIOTECA M. RIPA NAPOLI

IN VENEZIA
MDCCXLI.

Presso GIAMBATISTA PASQUALI.
CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

Digitized by Google

PREFAZIONE.

SI maraviglierà forſe taluno nel vedere un Trattato di Acque tutto ſegnato di cifre algebraiche, quaſi che queſte nulla abbino a che fare col corſo de' fiumi, o coll' equilibrio de' liquidi che ſempre affettano di comporre la loro ſuperficie a punti equidiſtanti dal comune centro de' gravi. Se queſti però farà attenzione, che il fondamento della Geometria è l'Analiſi, come la Geometria è la baſe della ſcienza delle Acque, di quella in ſpecie, che il loro moto e peſo, e la loro forza rafferma, ſarà d'accordo che altro metodo più naturale, e per avventura più compendioſo e ſicuro eſſer non vi poſſa, che quello che in queſto noſtro Trattato ſi è poſto in uſo.

Io ſo molto bene quanti pur anco vi ſiano fra gli Uomini di ſcienze, che vorrebbero trat-

tate

tate le cose sì della pura, che della mista matematica con la sola sintesi, ed in somma coll' antico metodo, pretendendo che in tal modo maneggiando le materie, e maggiormente l'intelletto si appaghi, e le dimostrazioni riescbino molto più a portata di farci sentire la verità delle proposizioni, riputando che l'analisi serva piuttosto ad indicarci i risultati che si ricavano da certi dati, e da certe suppositioni, che a tessere le vere prove di quanto viene proposto: contuttociò per poco che un s' interni in questo criterio ed esame, si vedrà chiaramente, che se la pura Geometrica sintesi dimostra con certa catena di sillogistiche prove le assunte proposizioni, lo stesso fa pur anco l' analisi, se cogli stessi principj e procede e conclude, il tutto finalmente in entrambi riducendosi o ad eguagliare le quantità, o a risolverle in analogie; con la sola differenza che in quella sembrano in certo modo più sviluppate e le analogie, e le quantità comparate, in questa se stanno coperte sotto termini universali, benchè pajano assai involute, a talento però di chicchessia possono agevolmente ricevere l' intiero suo sviluppamento ed esser condotte nello stesso modo e forma che con la sintetica Geometria si ottengono.

A tal proposito non devo tralasciare di trascrivere quanto M. Bellidor, sì benemerito della scienza che abbiamo per le mani, ha pubblicato nella di lui Prefazione alla sua *Architettura*

Idrau-

Idraulica . Come , dic' egli , *non ignoro punto l' importanza di un ſoggetto , che tanto intereſſa la neceſſità della vita , ho io creduto che applicandomi a trattarlo con eſattezza , ognuno aveſſe a lodare l' aver io impiegati i momenti di quell' ozio , di cui poſſo diſporre , ma temo ſolamente , che quelli i quali non hanno l' uſo dell' Algebra , e che ſi ſono di già lamentati di quella che ho ſparſo nelle altre mie Opere , mormoreranno di trovarne molta in queſta , che ora eſce , ma come vogliono eſſi che io mi faccia ? Ella è divenuta la chiave di tutte le ſcoperte , nè è poſſibile di perderla di viſta , quando oprar ſi voglia con preciſione , nè certamente ſe non col di lei mezzo ſi ponno dedurre i metodi per operar con ſicurezza nella pratica . Il calcolo literale s' addatta alla capacità dello ſpirito preſentandogli una ſerie infinita di oggetti ſotto la più ſemplice eſpreſſione , ſenza eſſer diſtratto dalla complicazione de' loro rapporti , nè ſi ricerca altra attenzione che quella che domanda il calcolo ſteſſo , e la ſola penna conduce direttamente alla riſoluzione di ciò di cui ſi va in traccia , che diviene in ſeguito una formola generale per tutte le ſimili quiſtioni ſenza il biſogno di altre dimoſtrazioni , che di quelle che ſi ricavano dall' evidenza del calcolo medeſimo , le di cui operazioni ſono fondate ſopra ſemplici aſſiomi . Sovente una ſola eſpreſſione literale dà lume ad una ſcienza intiera , ſviluppandoſi ſenza fatica tutte le conſeguenze le une dopo le altre , come agevolmente ſi potrà giudicarlo per il modo con cui noi abbiamo eſpreſſo le regole de' moti , e quelle della miſura delle acque .* E il non mai abbaſtanza lodato M. De Fontenelle *negli*

gli Elementi della Geometria dell' infinito, verſo il fine della dottiſſima ſua Prefazione ſi eſprime, parlando del calcolo: *Che queſto in Geometria è quello appunto, ch' è lo ſperimento in Fiſica, e tutte le verità prodotte ſolamente dal calcolo, ſi potrebbono avere in conto di verità di eſperienza.*

Aggiungaſi al ſin quì detto, (oltre alla facilità che dà il calcolo nel dedurre tante conſeguenze) la fecondità dello ſteſſo per cavarne ſecondo le varie ſuppoſizioni la ſerie delle diduzioni e Corollarj, onde ſi può dire, che perfettamente ne reſti eſaurito il ſoggetto che ſi maneggia: motivi tutti che mi hanno fatto preporre queſta all' antica ſintetica ſtrada ſempre laborioſa a trattarſi, ſenza comparazione meno ubertoſa nello ſcoprimento de' ritrovati, e ſpeſſe volte inſufficiente a condurci al termine che ci ſiamo propoſti, allora principalmente, che ſiamo obbligati a ſervirſi delle curve di grado ſuperiore, o come vengono dette, traſcendente, che adeſſo dopo degli ammirabili ritrovamenti del Cavalieri e del Torricelli ne' loro indiviſibili, e dopo dell' analiſi degl' infiniti promoſſa da' loro inventori al più ſublime grado di perfezione, da tanti incomparabili Uomini della Germania, dell' Inghilterra, e della Francia e che hanno in paſſato fiorito, e che tutt' ora fioriſcono, cotanto illuſtrata, ſi maneggiano quaſi con tanta facilità, quanto ſi trattavano altre volte le ſole linee ricevute dagli antichi come Geometriche.

Se

Se dunque anco di queſte linee avevo a far uſo in queſto Trattato, era ben conveniente il ſervirmi di tutti que' mezzi che a tal termine condurre mi potevano, ed ecco prodotti que' titoli che giuſtificar poſſono il metodo da me tenuto, eſſendo, per così dire, il ſolo che alla meta guidar mi poteva.

Altro peſante obbietto mi potrebbe eſſer fatto anche concedendomiſi tutto ciò, che ſin quì ho eſpoſto, ed è, che finalmente tendendo ogni mio ſcopo nel porre in una ragionevole pratica la dottrina delle acque, anzi avendo voluto piantar queſta ſopra delle ſole oſſervazioni, de' fenomeni, e di fatti incontraſtabili, certamente che quelli che vi avranno a por le mani non ſaranno, e forſe di gran lunga, in iſtato d' intendere il linguaggio con cui è ſteſa queſta materia, onde più toſto aveva eſſa a trattarſi col fondamento di una facile Geometria, che nell' aſtruſa via dell' analitica da pochi conoſciuta, e calcata; dimodochè i Periti a' quali finalmente raccomandar ſi deve l' eſecuzione di quanto ſi avanza, niuno o pochiſſimo uſo ne potranno fare.

L' obbietto per vero dire ha il ſuo nerbo, e lo conoſco pur troppo di molta forza, ma non può però eſſer tale da farmi pentire della mia fatica, e della maſſima preſa. E' veriſſimo che i Periti e gl' Ingegneri poco o nulla ſi domeſticano con il calcolo, ma ſe queſti non lo fanno, lo devono ben fare i Profeſſori delle miſte Matematiche, a'

quali effettivamente ho inteſo di dirigere quanto può trarſi dal mio Trattato. So pur troppo che d' ordinario ſi confondono da' men dotti i gradi di Perito, d' Ingegnere, e ſino talvolta d' Agrimenſore con quello de' Profeſſori, abbenchè l'ordine di queſti ſia ben differente dal rango degli antedetti; deve un vero Profeſſore intender egualmente le dottrine teoriche, che le regole della pratica, dove al Perito baſta di verſar in queſta: Io dunque ho preteſo di affaticarmi per i primi, ſenza però perder di viſta nè meno i ſecondi, che ſe quelli ſono come la mente nell' Uomo, queſti poſſono riputarſi come le braccia.

Prima di ſpiegarmi ulteriormente ſopra di ciò, e moſtrare che in fatti quanto rafferma il Trattato ſervir debba e per gli uni, e per gli altri, dirò qualche coſa dell' idea generale avuta nell' eſteſa de' Capitoli che tutte le materie trattate contengono.

Perchè dunque documentato dal Gran Galileo, e poi dal celebratiſſimo Cavaliere Nevvton ne' ſuoi incomparabili Principj della naturale Filoſofia, di doverſi dedurre in Fiſica le concluſioni non da poco fondate, e ſpeſſe volte affatto ideali ſuppoſizioni, ma dal fatto e dalle oſſervazioni, e ſopra di queſte ſtabilire il fondamento di quanto ſi foſſe per avanzare; Appoggiandomi per tanto ad una maſſima sì vera, ho proccurato di ſeguire i precetti di detti grand' Uomini, e Dio voleſſe con quella fortuna e

pub-

pubblico vantaggio com' eſſi hanno fatto: Ben venticinque anni di non interrotte oſſervazioni ſopra delle acque ho conſummati prima di ſtendere il preſente Libro, ed ho voluto più di una volta aſſicurarmene col rifare le oſſervazioni non che in uno, ma in varj fiumi nell' incontro di averne tanti riconoſciuti anche fuori de' feliciſſimi Stati della Sereniſſima Repubblica, cui ho l' onore da lungo tempo di ſervire.

Raccolte dunque le oſſervazioni, e ricavato dalle medeſime quelle conſeguenze, che mi ſono parute le più naturali ed adattate, e ſopra delle medeſime avendo voluto prender il conſiglio di Uomini ben capaci di ammaeſtrarmi, ho potuto finalmente teſſere quanto in ora eſce in pubblico; Che ſe per avventura non ho toccati i limiti che avrei bramato, può eſſere che almeno dia materia ad altri più abili di me di farlo, e di ridurre una volta queſta sì neceſsaria ſcienza, nata per la felicità de' popoli e de' Stati, alla ſua perfezione.

E' nata la dottrina delle acque, com' è paleſe, in Italia, e dalla celebre controverſia del Reno fra Bologneſi e Ferrareſi ha avuto il vero ſuo cominciamento, e può dirſi ancora il ſuo incremento: Fu il primo D. Benedetto Caſtelli Abate di S. Benedetto Aloiſio, quello che avendo aſſiſtito Monſignor Ottavio Corſini Preſidente di Romagna nella Viſita che e' fece del Reno e del Pò, ſteſe poſcia gli elementi che denominò *Mi-*

ſura delle acque correnti, ed in verità che unì sì felicemente una sì contumace e difficile materia alle leggi della Geometria, che per il tempo che allora correva, e nelle di lui ſuppoſizioni, la conduſse tanto inanzi, che ſi è meritato un nome immortale, abbenchè e le coſe poſteriormente ritrovate con eſperimenti più adattati, abbiano indotti gl' Idrometri ad appigliarſi ad altre leggi pel moto delle acque, e certe ſue predizioni pubblicate a piedi del ſuo Libro intorno alla diverſione del Sile dalla Laguna di Venezia, abbiamo fatto toccar con mano a chi conoſce il vero ſiſtema di quelle acque, quanto ſiaſi egli ingannato, baſtando per provarlo il ſolo riflettere che appoggiano tutto l' oppoſto i due lumi maggiori delle Idroſtatiche diſcipline, Geminiano Montanari e Domenico Guglielmini in tante loro dottiſſime Scritture fatte nel tempo che e l'uno e l'altro ſi trovava a' ſtipendj della predetta Sereniſs. Repubblica, ed ottimamente però iſtrutti della materia che avevano per le mani; onde ſi può agevolmente raccogliere, che ſe tal uno condanna i Periti ed Ingegneri perche privi di teoriche cognizioni, poterſi dal pari condannare anco que' Teorici, che troppo donano ad una ſcienza molto aſtratta.

Diede in un tal inciampo anco il per altro cotanto benemerito delle ſcienze Gianalfonſo Borelli, quando ſi fece a trattare, ſenza ſaperſene il motivo, delle Lagune di Venezia, che da quanto conſta, o ſi può congetturare, mai vedute

ave-

aveva, proponendo di escavarle assieme con i porti, con certi rastrelli co' quali voleva grattar i fondi, onde sollevar il fango; quasichè consistessero esse Lagune in pochissima estesa, ed avessero i Porti pochissimo fondo, e nelle une e negli altri vi fosse un moto anche maggiore di quello di un fiume, e stessero senza peso i loro pantani. E pur vi è stato, chi stimando di accrescer gloria al di lui nome, ha pubblicato non molti anni sono que' pensieri, che nè egli quando vivea, nè quelli che dopo la di lui morte si presero la cura di donare al pubblico le egregie di lui Opere, hanno creduto molto confacevole alla di lui fama il doverlo fare. Osservabile pur si rende cert' altra Dissertazione dell' esimio Galileo sopra del fiume Bisenzio, nella quale quanto spicca il profondo ingegno del suo Autore, altrettanto manca di quella verità pratica, che in tante altre sublimi cose, per le quali si può dire, che fosse egli nato, sì altamente sopra ogni altro si distingue, e si distinguerà ne' secoli avvenire.

Al qual proposito non saprei ben riconoscere in fatti il motivo, perchè un sì celebre Matematico trovandosi Professore nell' Università di Padova in tempo che la Repubblica diede un nuovo letto al Pò, una nuova strada alla Brenta di ben 20. miglia di estesa, ed un nuovo alveo al Musòne altro fiume del Padovano col Regio dispendio di millioni, non fosse mai, fra mille difficoltà che nacquero nell' esecutiva di dette imprese, e

fra gl' imbarazzi delle varie opinioni ed obietti degli Ingegneri, prima che le deliberazioni foſſero preſe, ricercato del ſuo parere il Galileo, che pur era in poſſeſſo ed in Venezia ed in Padova di un'altiſſima ſtima, contuttociò non ſi trova certamente ne' pubblici Archivj del Magiſtrato alle Acque, Preſide di tutte le ſeguite regolazioni, documento alcuno di un tanto Soggetto, come moltiſſimi ſe ne trovano di altri non pochi, o per dir meglio di tutti quelli che allora fiorivano, abbenchè di oſcura fama a petto del Galileo; ciò ſarà ſtato facilmente, perchè la ſcienza delle acque non era coſa di ſuo genio, o in cui con le neceſſarie oſſervazioni ſi foſſe l'incomparabile Uomo eſercitato, ſenza delle quali ben ſcorgeva l'occhio ſuo Linceo, che la ſcienza non ſarebbe ſtata punto promoſſa: attendeva egli bensì con tutto lo ſpirito a liberare l'Aſtronomia, e la Fiſica da' pregiudizj, ne' quali erano involte, ed a ridur le Meccaniche al maggior grado di perfezione.

Ma giacchè ſiamo entrati in un ſimile diſcorſo, non può uno che ſi trova coll' onore dell' attuale ſervizio della Sereniſſima Repubblica, diſpenſarſi di dare un breve rifleſſo a quanto nella Prefazione della *Raccolta de' Scrittori, che trattano del moto delle acque* ſi è avanzato, coll' indicarſi ciò che viene prodotto nel Libro intitolato la *Laguna di Venezia* del N. H. Treviſani, come che direttamente ſi oppone alla pubblica maſſima del-

la

la regolazione degli Eſtuarj, Trattato che potrebbe per avventura ne' più deboli almeno imprimer delle idee troppo contrarie alla pubblica felicità, ed all' eterna conſervazione del circondario delle Lagune, e de' Porti di queſta Auguſta Dominante.

Viene allegato il Padre Abate Caſtelli come che non approvava la diverſione del Sile, conſigliata da' Periti, ed eſeguitaſi poſcia del 1684., e ſi vuole eſſer ſtato un *effetto dell' ignoranza degli Architetti volgari fomentati dalla ſoverchia avarizia di acquiſtar terreno fruttifero, il qual frutto e rendita ſarà ſempre immenſamente minore al diſpendio di tanti millioni ſpeſi in divertire, e mutare il corſo e per sì lungo tratto a tanti, e sì gran fiumi, che ſi potevano ſpendere in coſe molto più utili; oltre il danno ineſtimabile dell' aria peggiore, e della navigazione tanto peggiorata, e che ſempre va peggiorando.*

Chi ha prodotti queſti ſenſi o non ha veduto mai le Lagune di Venezia, o le ha vedute ſenza punto farvi ſopra la minima conſiderazione, e come ſi dice, di ſolo paſſaggio. Se parliamo de' prognoſtici del Caſtelli, da eſſo fatti quando ſtavaſi per divertir il Sile, niuno ſe n' è avverato, mentre quella diverſione ha bene avuto lo ſvantaggio di eſſer imperfetta in riguardo a ſe ſteſſa ed alle Campagne vicine, non in rapporto alle Lagune dalle quali reſtò il detto fiume divertito: nè deſſa ha a che fare nè poco nè molto con le noſtre navigazioni, nè con que' Porti, ch' ef-

fet-

fettivamente dal Mare ce la introducono: nè tampoco i Periti che l'hanno conſigliata hanno avuto in animo di far acquiſti o bonificazioni di terreni, come con palpabile errore viene detto, non eſſendo il Sile nè capace di farle, atteſa la natura delle proprie acque, nè le ſituazioni nelle quali fu divertito ſono in ſtato di riceverle, nè il Principe di tolerarle comecchè formano per lungo tratto la conterminazione de' ſuoi Eſtuarj, legge inviolabile eſſendo di laſciar il tutto con acqua e paluſtre.

Dell'aria poſcia e chi mai negherà che quella di Venezia, dacchè furono ſcacciati i fiumi dalle Lagune, che l'ammorbavano, ed inducevano nell'Inclita Città frequenti e contumaciſſime epidemie nel ſempre nocevole miſcuglio delle acque dolci con le ſalſe, non ſia gionta allo ſtato della maggior ſua perfezione? Convien ben eſſer affatto foreſtieri di queſto Clima per non ſapere ciò, o negarlo. Ma giacchè anteſignano di tal erronea maſſima ſi produce il teſtè nominato P. A. Caſtelli, mi ſarà permeſſo di opporre all'autorità di queſto Matematico due altri, che nell'affare delle acque hanno ſentito tanto innanzi, che ormai da tutti vengono riconoſciuti come due cardini di queſta ſcienza, Geminiano Montanari, e Giandomenico Guglielmini, i quali non hanno ſcritto già come il Caſtelli ſenza aver veduto ed eſaminato, o ſe veduto ed eſaminato ſolo ſuperficialmente, le Lagune di Venezia, ma tutti e

due

due come Profeſſori ſtipendiati dalla Sereniſſima Repubblica.

In quell' aureo Trattato dunque, a cui il Montanari diede il nome di *Mare Adriatico e ſua corrente eſaminata*, diretto in forma di lettera al S. Cardinale Baſadonna al §. *Sin da' primi tempi*, così ſi eſprime: *E perchè fra le cure più gravi, che la Pubblica Sapienza in queſta materia non perde giammai di viſta, una, e la più importante, ſi è la conſervazione di queſti Porti e Lagune, per ſalute della quale ha in ogni tempo, ma molto più nel paſſato, e nel preſente ſecolo profuſo, e va tuttavia con Regia magnanimità profondendo teſori, e ſpecialmente nella diverſione di tanti fiumi, che portando in detta Laguna le torbide l'andavano atterrando, de' quali ben ſa l'Eminenza Voſtra, che oltre il Bacchiglione e Brenta, e tanti altri già tempo traſportati fuori di eſſa Laguna, e gl' importantiſſimi due fiumi, Piave e Sile divertiti in queſti ultimi anni, ormai in eſſa Laguna non isboccano più altre acque dolci fuor de' tre piccioli Torrenti, che ſaranno quanto prima eſiliati ancor eſſi dalla medeſima, ed altrove al Mare condotti: onde non reſterà di poi altro nimico da temerſi in natura fuori, che il Mare* ec.

Ed al §. *In primo luogo adunque*, (così ſegue nel propoſito de' fiumi per rapporto alle Lagune) *ſiccome io fui ſempre di ferma opinione, che ſia veriſſima e ſantiſſima la maſſima coſtante di queſto Eccellentiſſimo Senato d'andar divertendo da queſta Laguna tutti i fiumi, che per l'avanti, non ſolo con le tor-*

bide l'andavano atterrando, ma con la naturalezza delle acque medeſime propagavano d'ogni intorno quei canneti, che ſoliti naſcere in tali paludi infettano l'aria di non ſo qual poco ſalubre eſalazione, onde ſono quaſi diſabitate le groſſe popolazioni di Torcello, e di Mazzorbo, nè di queſta incontraſtabile verità abbia baſtato a diſtraermi l'aver veduto, e con ragioni per altro ingegnoſiſſime e dotte procurato di provar il contrario, il dottiſſimo e da me in ogni altra ſua coſa riverito Abate D. Benedetto Caſtelli, onde ſtimo doverſi ſempre benedire dalla poſterità tutta le grandi applicazioni non meno che i diſpendj di tanti millioni impiegati ne' lunghi Tagli, o ſia nuovi alvei fatti al Bacchiglione, ed alla Brenta per condurli con altr' acque più lungi, che s' ha potuto da queſta Dominante, e nel divertire altresì dalla parte di Tramontana il Sile, ed altri fiumicelli minori, il che ſi ha effettuato ormai quaſi intieramente, oltre la diverſione della Piave, e della Livenza in altre parti ſtabilita ec.

Così parla il Montanari, come ogn'uno può agevolmente vederlo, eſſendo di già alle ſtampe il detto Trattato ed inſerto ancora nella ſteſſa *Raccolta degli Autori che hanno trattato di acque* pubblicata in Firenze; vediamo ora coſa ſentiſſe il Celebre Guglielmini in tal materia, e lo ricaveremo dalla di lui Scrittura ſegnata in Padova 17 Febbrajo 1699, che eſiſte in Venezia fra i regiſtri dell' Eccellentiſſimo Magiſtrato alle Acque, eſſendo ſtata al medeſimo indirizzata.

Egli per tanto al §. *Per la ſteſſa ragione* eſpone

ne quanto ſegue. *Siccome dunque le velme ſi attribuiſcono in gran parte al torbidume del Mare, così le barene non hanno altra origine, che dall' acqua de' fiumi, e non ho dubbio, che ſe la Brenta non foſſe ſtata a tempo divertita ſi ſarebbero protratte le Barene ſino a' Porti, ed avrebbero eſterminata la Laguna, e perciò non poſſo a baſtanza commendare la Providenza dell' Eccellentiſſimo Senato, che ha ſaputo far argine a' nemici della Laguna, e così potenti quali ſono i fiumi particolarmente torbidi, obbligandoli con Regio ſforzo a ſuperare l' inclinazione della natura, ed a portare per altra via li tributi al Mare, cioè la Brenta al Porto di Brondolo, il Sile a quello di Jeſolo, e la Piave a quello di S. Margarita. Reſta non oſtante la Laguna ſoggetta agli inſulti della Brenta con le rotte del Soprabondante; del Marzenego, del Deſe, e del Zero con gli aperti sbocchi, che tutti non ceſſano di pregiudicare, e ſe bene con paſſo lento, pure s' avanzano alla di lei diſtruzione.*

Segue al §. *Io non entro a proporre diſeſe contro gl' inſulti de' Fiumi, ſapendo che con replicati decreti dell' Eccellentiſſimo Senato è ſtata da molto tempo in qua promulgata la ſentenza della loro relegazione dalle Lagune, benchè non ſo il perchè ſin ora non ſia ſtata eſeguita. Bensì dico, che più deve temerſi il danno di un Fiume torbido, come che per l'avantaggio del ſito non ha limite nell' elevazione delle alluvioni, le quali forma, che anzi per legge di natura le deve ridurre a tal alzamento, che ſuperi tutti li ſforzi del Mare contrario. Si ſa per eſperienza eſſer tutti i fiu-*

mi torbidi, diſtruttori delle paludi, e delle Lagune, ec. ..... *ne ponno far ferma ſede il Pò, ch' è ſtato il primo a traverſar quella grande, che ſi eſtendeva dalle foci del fiume Savio ſino al Liſonzo: Il Montone e Ronco che hanno ridotta in Terraferma Ravenna, che pure ſe dobbiamo credere a Strabone era anticamente ſituata in una Laguna nè più nè meno che Venezia al preſente, e ne poſſono eſſer teſtimonj più cogniti, perchè più vicini, l'Adige e la Piave e la Livenza col portare le loro foci al Mare; il primo al Porto di Foſſone; il ſecondo a quello di Jeſolo; il terzo a quello di S. Margarita, e lo ſteſſo ſenza dubbio avrebbero fatto il Bacchiglione, la Brenta, il Musòne & il Sile, ſe non vi ſi foſſe a tempo provveduto. Fuori dunque i Fiumi di Laguna, ſe ella ſi vuol eterna, ed inviolabile cuſtode d'una Città, che ha per principal prerogativa eſſerſi conſervata dalla ſua prima naſcita Vergine, e ſede imperturbabile della Religione, e della Libertà.*

Chi ſino quì ha parlato, non è certamente di que' Periti notati dal Cabeo, ma bensì di que' Chiariſſimi Profeſſori deſcritti da Vitruvio; nè citanſi qui i Porti di Efeſo ne' quali sboccava il fiume Caiſtro, ma bensì ſi parla di Lagune, paludi e Porti di queſte noſtre vicinanze a tutti noti, perduti tutti quelli, ne' quali ſi ſono laſciate sboccar le fiumane, e conſervati per l' oppoſto tutti gli altri da quali ſi ſono divertite. Non ſi condanni dunque chi ſino nel ſecolo XIV. ſuggerì alla Sereniſſima Repubblica di Venezia, con-

ſiſtere l'indennità delle ſue Lagune nel conſervarle perfettamente ſalſe, col diſcacciare da eſſe ogni acqua dolce, ma ſi condannino quelli che l'opposto conſigliaſſero, come nimici del pubblico bene.

Quindi nel Magiſtrato alle Acque vi eſiſte la ſeguente iſcrizione a perpetuo documento.

VT. AQVARVM. IMPERIVM. RELIGIONE. ET. CONCORDIA. QVAESITVM. ATQVE AESTVARIA HAEC. LIBERTATIS. SACRO SANCTA. SEDES. VRBIS. VELVTI. SACRA. MOENIA. AETERNVM. CONSERVENTVR. AERE. PVBLICO. CVRATORVM. DILIGENTIA. ET. SEVERITATE. AMNES. ELIMINATI. COERCITI. DIVISI. ALIO. TRADVCTI. IPSIQVE. MARI. ET. LITORIBVS. IMPOSITÆ. LEGES.

Se il Caſtelli con la ſcorta della *Geometria e della Filoſofia meccanica, e de' ſuoi nuovi ritrovamenti* pronunciò dannoſa la diverſione de' fiumi dalle Lagune, moſſi e dalla Geometria e dalla Filoſofia, e da una conſumata eſperienza inſegnano il contrario i due inſigni Matematici Montanari e Guglielmini, il Caſtelli piantò le ſue propoſizioni con ipoteſi che non reggono a' fatti, dove i due antedetti Matematici avanzarono le loro col fondamento d'incontraſtabili ragioni dedotte dalle oſſervazioni, e da una vera e ſolida pratica; il che ſia detto perchè una maſſima sì pernicioſa introdottaſi dall'Autore del *Trattato della Laguna di Venezia* pubblicatoſi del 1718. non prendeſſe piede con troppo danno di codeſte Lagune.

Tor-

Tornando laddove il diſcorſo reſtò in certo modo troncato, ſe ſi è paſſato dal merito del P. A. Caſtelli per averci dati il primo gli elementi Geometrici dell' idroſtatica, alle di lui maſſime concernenti le Lagune di Venezia, molti lumi in ſeguito ci ha laſciati il P. Marino Merſeno dell' ordine de' Minimi ne' ſuoi fenomeni idraulici, dedotti ſempre con lo ſperimento alla mano.

Di quanto poſcia in vantaggio di queſta ſcienza produſſero i Celebratiſſimi Mariotte, Caſſini, Viviani, e li teſtè nominati Montanari e Guglielmini, indi M. Parent, M. Pitot, M. Bellidor, come pure il P. A. Grandi, il S. Marcheſe Poleni Profeſſore di Matematiche, e di Filoſofia ſperimentale in Padova, ed il Sig. Manfredi, non è da immorare in deſcriverlo, notiſſimo eſſendo ad ogn'uno, che non ſia affatto foreſtiere in queſte materie l'aver eſſi in varie guiſe promoſſa la ſcienza delle acque. Anzi non una volta facendo ſerio rifleſſo alle tante utili ſcoperte e ritrovati di queſti Soggetti, ſono ſtato per abbandonare la pubblicazione di queſte mie notizie e meditazioni, e l'avrei certamente fatto, ſe non aveſſi riflettuto, che quanto ero per avanzare conteneva bensì coſe anco prodotte da detti Autori ſe non altro nella parte, che ſervir poteva al più retto uſo della ſcienza, ma che ciò non oſtante mancavano per accoſtarſi a' veri limiti di tali dottrine molte e molte oſſervazioni, gran parte delle quali erano ſtate da me fatte,

e po-

e potevano eſſer d'eccitamento ad altri di moltiplicarle, onde nuovi lumi acquiſtaſſe queſta materia. Così ho preſo il partito di laſciar uſcire queſto Trattato, il quale in fatti, come mi ſono eſpreſſo, abbenchè ſembri compoſto per quelli ſolamente, che l'interiore Geometria coltivano, ſe però ſi farà la neceſſaria attenzione ſi ſcoprirà, che può, quanto baſta, eſſer inteſo ancora dagli altri, che tal ſcienza non poſſedeſſero, eſſendo ſtata mia particolar cura di aggiongere ad ogni propoſizione o lo ſcolio o l'eſempio per renderla facile ed intelligibile, e perchè da tutti ſe ne poſſa far quell'uſo, che è ſtato lo ſcopo di queſta mia fatica.

Ben è vero che vorrei, che i Periti foſſero non di quelli deſcritti dal Cabeo, ma che ſtudiaſſero di eſſer veramente quali li voleva Vitruvio, voglio dire, che nè eſſi intraprendeſſero tal profeſſione, nè i Principi o Maeſtrati permetteſſero loro l'eſercitarla ſenza lo ſtudio delle Matematiche elementari, comprendendo ſotto di queſte la Geometria di Euclide, l'Aritmetica, i principj dell'Analiſi, che finalmente altro non contengono che un'Aritmetica maneggiata con caratteri e numeri, in vece di ſervirſi di queſti ultimi ſoli; per altro le quattro operazioni, ſopra delle quali ſi fonda tutta quant'è l'Aritmetica, le ſteſſe e non più ſervono all'Analiſi, e ciò per quello appartiene alla pura contemplazione della quantità diſcreta e continua. Per le miſte Matema-

tiche

tiche poſcia dovrebbe il Perito ben intendere le meccaniche, che comprendono tutta la dottrina de' peſi, delle potenze, delle reſiſtenze, e degli equilibrj tanto de' ſolidi che de' fluidi, inſomma ſi vorrebbe che ſi accoſtaſſero ad Epiſtemio e Filalete di quel dotto Dialogo *circa all' Arno e le acque della Valdinievole*, e non già a quel buon Chirocrate, terzo interlocutore del medeſimo Dialogo, ed allora non punto difficile riuſcirebbe l' intendere o queſto o altri Trattati circa alla dottrina delle acque, ed il Pubblico, ed il privato ſarebbero meglio ſerviti, ſe allora non ſi commetterebbero di quelli errori, che pur troppo ſi ſcorgono alla giornata ſuccedere, e nella ſtima che ſi concilierebbero preſſo dell'univerſale reſtarebbe dal pari promoſſa la loro riputazione, ed avanzato il loro intereſſe.

Si darà ormai un breve ſaggio di tutto ciò che ſi contiene in queſto Libro, e ſervir potrà d'idea generale di quanto ſi è avuto in viſta per promovere queſta ſcienza. Perchè dunque l'acqua è un fluido, pertanto nel primo Capitolo ſi diſamina la natura di queſti, col rilevarſi l' analogia, che eſſi hanno co' ſolidi, e tutto ciò che concerne le leggi generali del moto delle acque; nè potendoſi ſenza il conoſcimento de' fenomeni dell' uſcita di queſte da' fori de' vaſi tenuti ſempre ripieni con eſſa, venirne a capo, così nel Capitolo ſecondo ſe ne ſpiegano i ſintòmi, nè ſolamente col rapporto fra quantità e quantità, ma col

fiſſarſi

fiſſarſi il peſo aſſoluto della medeſima dentro lo ſpazio di un dato tempo, e ciò tanto per i fori orizontali, che per i verticali. Al detto Capitolo ſi è aggionta un' Appendice, in cui ſi eſaminano le propoſizioni ed i pareri di varj Autori, circa all' uſcita predetta dell' acqua da' vaſi ponderando la Legge con cui effettivamente ſi muove dentro dal vaſe in tal maniera aperto, ed in qual modo ſi poſſa ſciogliere quelle difficoltà, che ſono derivate dalla Propoſizione 37. de' Principj della Filoſofia del Nevvton della prima edizione, e poi della 36. della ſeconda: materia ancora meglio illuſtrata nell'edizione 1726. dal nobiliſſimo ſuo Autore, come ognuno potrà facilmente rilevare.

Perchè poi differenza è ſtata ſcoperta nella quantità dell'acqua, che eſce da' Vaſi armati di tubi cavi, da quelli tali che non li hanno, quindi nel Capitolo terzo ſi pondera quanto in tal propoſito è ſtato detto, rimarcandoſi come dalle oſſervazioni naſca la teoria di tali fenomeni; e nel Capitolo quarto ſi danno le leggi de' moti ritardati, ogni qual volta queſti ſiano reſi tali per l' immerſione nell' acqua ſtagnante di qualche parte dell' altezza de' vaſi effluenti.

Stabilito quanto concerne i moti delle acque ne' Vaſi, ſi paſsa nella prima Parte del Capitolo quinto a conſiderare le velocità delle correnti nel modo che ſono ſtate rilevate da' più rinomati Autori col produrſi anco le ſteſse oſservazioni da eſſi fatte, e le deduzioni che da queſte ne emergono: e nella ſeconda Parte del medeſimo Ca-

pitolo ſi dà il metodo, che ſtimaſi più ſicuro di ogni altro onde ottenerſi le dette velocità, il che tanto importa nell' affare de' fiumi, col ſervirſi della palla a pendolo, dandoſene di ciò la teoria e la pratica, e ciò che molto importa deducendo dalle oſſervazioni fatte, principalmente nel Pò, le leggi di dette velocità, aſsai diverſe dalle ſin ora corſe, e con Tavole adattate ſi ſcorge, che a miſura del maggior moto del fiume, ſi rende diverſa la legge della di lui velocità almeno a norma di quanto ſin' ora ſi ha potuto ricavare dalle oſſervazioni; che ſe queſte variaſsero, potrà però il metodo, che ſe n'è dato, ſervire per maggiormente cavar queſta materia dalle tenebre, nelle quali pur anco giace, nè riuſcirà punto difficile il riformarne le Tavole con le ſteſse formole, che ſi ſono in queſto Capitolo regiſtrate. E prima di terminarſi lo ſquittinio delle velocità ſi è eſaminato ancora lo ſtrumento per rilevarle indicatoſi da M. Pitot nelle memorie dell' Accademia delle ſcienze 1732. con le dubbietà che ſi hanno nel ſervirſi del medeſimo.

Si è poi ſtimato utile e neceſsario di aggiongere alla detta ſeconda Parte del Capitolo quinto un nuovo metodo per le erogazioni delle acque a profitto delle irrigazioni delle Campagne, coll'indicare il modo di evitar gli errori che in tali ripartimenti d' ordinario ſi commettono a grave danno e del Principe e degli intereſsati: parte queſta dell'idrometria, che gli Autori hanno bensì conoſciuta biſognoſa di riforma, ma di cui però non

han-

hanno ſin ora dato un metodo che ſia facile e ſicuro.

Trattatoſi in tal maniera delle velocità delle acque correnti, e per l'importanza del conoſcerle a fondo avendoſi immorato in tal diſamina molto più che nelli altri anteriori Capitoli, ſi paſsa nel Capitolo ſeſto a dar il metodo per l'unione e diviſione delle acque de' fiumi, e fiſsandoſi le leggi del loro creſcere e ſcemare, il tutto ſi eſemplifica a maggior chiarezza con le reali miſure di varj alvei di fiumi Reali, e Torrenti.

Dalle alterazioni, che i fiumi ricever poſsono o dalle eſcreſcenze, o dall'unione o derivazione de' canali, ſi paſsa nel ſettimo Capitolo a conſiderare gl'impedimenti, che ſi oppongono al corſo delle acque; cioè o quelli che ſi praticano per ſalvar le rive, o quelli che in qualunque altro modo all'urto di eſse acque ſi oppongono, non eſcluſi nè meno quelli che derivano dall'incontro delle acque moſse ſotto direzioni, che in qualunque ſenſo s'incontrino, indicandoſi il metodo per miſurarne i veri effetti, e calcolarne la perdita del moto. Così nell'ottavo Capitolo ſi eſamina i ritardamenti, che naſcer poſsono e da' Venti e da' rigurgiti del Mare, punto ancor queſto di non leggiera importanza nella ſcienza delle acque, attribuendoſi talora a cauſe aſsai lontane ciò, che proviene immediatamente dalle predette cagioni.

Si paſsa poi nel nono Capitolo a verſare intorno le cauſe univerſali delle eſcreſcenze e decreſcenze dei fiumi, punto queſto piuttoſto filoſofico, che Matematico, e da cui dipende lo ſcio-

glimento del Problema ſtato ſin ora aſſai controverſo dell' origine delle Fontane e dei fiumi, e ſe ne danno eſempj individuali per il Pò col fondamento delle miſure più accertate di eſſo fiume in riguardo alle eſcreſcenze ſue, ed all'ordinaria quantità delle di lui acque, e con tal incontro ſi dà la linea in cui ſi conforma la ſuperficie de'fiumi in piena, ben diverſa da quanto ſin ora hanno prodotto gl'Idrometri, ricavato il tutto dalle indubitate oſſervazioni del Pò, dell'Adige, e di altri minori fiumi.

E perchè da quanto ſi è premeſſo circa la dottrina delle acque ſi ha da raccogliere il frutto ſegnatamente per i ripari de' fiumi, così il Capitolo decimo contiene quello che concerne le reſiſtenze degli alvei dei fiumi, e que' ripari che oppor ſi poſſono in loro difeſa, parte queſta di meccanica non ancor tocca dagli Autori, benchè l'aveſſe in viſta il rinomato Montanari, come ci coſta da molti di lui ſcritti: noi abbiamo trattata queſta materia a miſura delle noſtre forze, e potrà agevolmente da' Statici venire e vieppiù promoſſa, ed eſſerne anco intieramente eſaurita.

Nè averemmo creduto di aver ſoddisfatto adeguatamente al noſtro impegno, ſe nell' undecimo Capitolo, dopo aver verſato intorno alle corroſioni de' fiumi e circa alle rotte che ſi aprono negli argini, non aveſſimo dato il metodo di ripararle: coſa ancor queſta neceſſaria, e di cui non vi è Autore che ne parli, laſciando che i ſemplici Pratici ſpeſſe volte con ſoverchio diſpendio a maggior carico del danno di quelli, che le ſoffrono nel-

le

le loro Tenute, a di loro talento, e ſenza le neceſſarie cautele le prendano, e pochiſſima ſia la cura dell' impedirle con ineſtimabile danno de' paeſi e della navigazione, ſe que' tali fiumi ſono navigabili.

Sarebbe poi ſtata molto imperfetta l' Opera ſe dopo tante conſiderazioni intorno a' moti delle acque e alla regolazione di queſte ne' proprj alvei non ſi aveſſe data la maniera di fabbricar i Soſtegni, le Chiaviche, gli Strammazzi, e le Botti ſotterranee, dalle quali coſe tanto frutto ſi ritrae così in riguardo della navigazione e del commercio, come per rapporto alla coltivazione delle Campagne, Retratti e Bonificazioni che ſpettano all' ubertà de' paeſi ed alla abbondanza. Tutto ciò dunque viene eſpoſto nel Capitolo duodecimo, ed al medeſimo fine ſi è fatto il ſuſſeguente decimoterzo, che dà il metodo di far i ſcoli delle Campagne, e generalmente quello di formar i Retratti ed Acquiſti tanto per alluvione, che per eſſicazione, materia ancor queſta che ſeco porta immenſi vantaggi a' popoli ed a' Stati.

Finalmente nel decimo quarto ed ultimo Capitolo reſta eſpreſſo tutto ciò, che appartiene alle macchine moſſe dall'acqua, vale a dire alla forza di queſta per conciliar loro il moto, ed alla reſiſtenza che le medeſime impiegano contro di eſſo, col conſiderarſi tutti que' mezzi, che contribuir poſſono alla maggiore poſſibile facilità di detto moto, onde declinare dalla reazione di dette reſiſtenze; e nell' Appendice che va dietro di queſto Capitolo ſi è verſato ſopra quanto dottiſſimamente hanno prodotto varj

Au-

Autori in tal propoſito, cioè M. De la Hire, M. Parent, M. Pitot, e M. Bellidor, paragonando le date loro formole agli eſperimenti, acciocchè un punto di molto rimarco, abbia a pubblico vantaggio la neceſſaria chiarezza, e reſti tolto da ogni equivoco.

Nel medeſimo tempo che col fondamento delle oſſervazioni ſi ſono ſtabilite le leggi de' moti delle acque, i loro fenomeni, i ripari da darſi a' fiumi; le fabbriche, gli edificj per regolarli, e le macchine inſervienti al comodo dell'umana vita, ſi è proccurato nel ſcioglimento di varj Problemi a dette coſe attinenti di moſtrare ancora il modo geometrico di coſtruirli, acciocchè nel mentre che ſi ha in viſta di promovere la ſcienza delle acque, reſti pur avanzata anco quella del calcolo, ed abbiano gli ſtudioſi di queſte materie onde eſercitar il loro ſpirito, e riconoſcere i fonti da' quali ſono emanate le propoſizioni, ed il modo di ricavare a norma delle varie ſuppoſizioni quante conſeguenze ad eſſi foſſe in grado.

Si è poi voluto in fine del Trattato pubblicar di nuovo la Relazione, che e dal chiariſſimo fu Sig. Euſtachio Manfredi, e da me fu eſteſa per la regolazione delle acque di Ravenna, che rimane anco corredata delle neceſſarie note a maggior lume di quanto in quella reſta eſpreſſo, e di quanto e nell' eſecuzione e dopo è ſeguito, e potrà ſervire per un' idea generale di una diverſione de' fiumi delle maggiori, che ſianſi mai fatte ad indennità e ſalute di una sì riguardevole Città non ſolo, ma di una intiera Provincia.

IN-

INDICE
DE' CAPITOLI.

CAP. I. *Della natura de' fluidi in generale, e della analogia che hanno co' ſolidi, o ſia le Leggi generali del moto delle acque.* carte 1

CAP. II. *Della uſcita dell' acqua da' lumi ſemplici de' Vaſi; ſue leggi e fenomeni.* 12

APPENDICE del CAP. II, *Che contiene le varie propoſizioni e pareri intorno all' uſcita dell' acqua dal fondo de' Vaſi, conſervata che ſia dentro de' medeſimi ad una data altezza.* 26

CAP. III. *Dell' uſcita dell' acqua da' Vaſi armati di tubi; ſue leggi e fenomeni.* 51

CAP. IV. *De' moti ritardati dell' acqua ch' eſce da' lumi de' Vaſi; ſue leggi e fenomeni.* 63

CAP. V. PARTE I. *Della velocità delle acque correnti; loro leggi e calcoli ſecondo varj Autori.* 81

CAP. V. PARTE II. *Delle velocità delle acque correnti, eſaminate con la palla a pendolo.* 100

AGGIUNTA alla PARTE I. del CAP. V. *Circa all' indagare le velocità delle acque correnti.* 130

APPENDICE della PARTE II. del CAP. V. *Che contiene la pratica facile per la diſtribuzione delle acque, i diſordini che corrono in tal materia, ed i metodi per correggerli.* 135

CAP. VI. *Dell' unione e diviſione delle acque correnti, con le leggi del loro creſcere e ſcemare.* 155

CAP.

CAP. VII. *Degl' impedimenti che ſi fanno al corſo de' fiumi, e delle alterazioni che ne derivano.* 169
CAP. VIII. *De' ritardamenti che naſcono alle acque correnti per li regurgiti e per i Venti ne' fiumi e nel mare.* 184
CAP. IX. *Delle cauſe univerſali dell' eſcreſcenze e decreſcenze de' fiumi, e loro fenomeni.* 213
CAP. X. *Delle reſiſtenze degli alvei de' fiumi, e de' ripari per loro ſicurezza sì fatti con palificate, che con materiali di molta gravità.* 245
CAP. XI. *Delle corroſioni de' fiumi; delle Rotte che ſi aprono negli argini de' medeſimi; e de' ripari da porſi in opera per impedirle, ed accadute per prenderle e ſanarle.* 294
CAP. XII. *De' Soſtegni, Chiaviche, Strammazzi, Botti, e Ponticanali, attinenti alle regolazioni delle acque.* 341
CAP. XIII. *De' ſcoli delle Campagne, de' Retratti, e del modo di formare le Bonificazioni sì per alluvione, che per ſemplice eſſiccazione.* 376
CAP. XIV. *Della forza dell' acqua per rapporto agli Edificii, e del modo di ridurli con il maggiore poſſibile vantaggio nel loro movimento.* 407
APPENDICE al CAP. XIV. *Intorno alla maggior perfezione delle macchine moſſe dall' acqua.* 449

RELAZIONE

PER LA DIVERSIONE DE' FIUMI

RONCO E MONTONE

DALLA CITTA' DI RAVENNA;

Indrizzata del 1731.

All' Eminentiſs. e Reverendiſs. Sig. CARDINALE

BARTOLOMEO MASSEI

allora LEGATO della Provincia di Romagna.

AVVERTIMENTO DELL' AUTORE.

SIN dall' anno 1731 Sua Eminenza il Sig. Cardinale MASSEI, *in quel tempo Legato di Romagna, chiamò d' ordine del Sommo Pontefice allora Regnante* CLEMENTE XII, *a se in Ravenna il chiarissimo fu Signor Eustachio Manfredi, e l' Autore di questo Trattato per la regolazione delle acque di quella illustre Città, e dopo l' esattissima visita che da' medesimi ne fu fatta, fu esibita al detto Signor Cardinale la Relazione seguente intorno a quanto credevano essi di doversi fare per liberarla da gravissimi danni che sempre maggiori le sopraſtavano dalli due fiumi Ronco e Montone correndo nelle loro piene più alti di qualche piede della sommità de' terrapieni e della muraglia, di modo che restava come seppellita nella sterminata altezza delle arginature, che stranamente eransi dovute rialzare.*

Passato l' anno appresso il Progetto a Roma sotto l'esame di una particolar Congregazione a tal oggetto dalla Santità Sua deputata, restò dalla stessa approvato sotto li 11 *Marzo, decretando che* Ultimam lineam Zendrini & Manfredi demandandam esse executioni, *e nello stesso anno li* 17 *di Novembre fu rilasciato il Breve dalla Santa memoria dell' antedetto Pontefice, onde quanto prima fosse data mano all' opera, esprimendosi, che* avendo *il Sig. Cardinale Massei*, fatti venire in detta nostra Città il Zendrini Primario Matematico di Venezia, ed il Manfredi della nostra Città di Bologna, i quali dopo esaminate tutte le circostanze, e riconosciuti i luoghi con misure, livellazioni e scandagli formassero una nuova linea distinta dalle altre due, *di già in passato esibite*, ed essendosi poi questa esaminata in una Congregazione particolare da Noi deputata, e composta di sette Reverendissimi Cardinali e quattro Prelati, ne emanasse ec. *dava poi facoltà esso Breve agli Eminentissimi Legati* pro tempore *di approvare qualunque correzione o aggiunta da farsi secondo all' emergenze o da noi due assieme, o da uno di noi, dichiarando, che tali correzioni o aggiunte si dovessero intendere come inserte ed espresse nel Chirografo, che allora veniva rilasciato.*

Fu dunque cominciata l'anno 1733 l'impresa, di cui certamente l'Italia da gran tempo, in tal materia, non ha veduta la simile, o

ſi riguardino gli alvei profondati da nuovo attraverſo delle Campagne ſino al mare, o le fabbriche di muro che ſopra di eſſi è ſtato neceſſario di piantare, o finalmente il grave diſpendio impiegatoſi, ſomminiſtrato e dalla generoſa munificenza del defonto Pontefice, e dalla carità verſo la Patria di quei diſtintiſſimi Cittadini, per nulla dire, perchè quanto ſi diceſſe troppo poco ſarebbe, del zelo, attenzione e fatiche impiegate dagli Eminentiſſimi Legati, che nel tempo delle reſpettive loro Legazioni hanno con la loro autorità, prudenza, e cognizione, ſaputo dirigere e moderare la grand' opera, ormai ridotta aſſai vicina all' ultimo ſuo termine.

Conveniente dunque mi è paruto di render per la ſeconda volta pubblica queſta noſtra fondamentale Relazione, che potrà ſervire in gran parte di modello e norma per molti titoli a quelli che nuove inalveazioni di fiumi, o di altri canali comunicanti col mare aveſſero ad intraprendere; perchè poi tutto il progreſſo non ſolamente delle operazioni fatte ſi veda, ma ciò che moltiſſimo importa, ponderare ſi poſſino i di loro effetti, il che agevolmente ſi può ormai fare dopo due anni che i fiumi corrono nel nuovo letto, e dopo che hanno ſoſtenute furioſiſſime eſcreſcenze. Si è la detta Relazione corredata di note e di oſſervazioni, con le quali meglio ſpiegandoſi i paſſi, vengono poi additati i cangiamenti ſeguiti, ed ogni altra coſa inſerviente ad illuſtrar quanto concerne le circoſtanze tutte della gran diverſione.

EMI-

EMINENTISSIMO, E REVERENDISSIMO
PRINCIPE.

PResentiamo all'EMINENZA VOSTRA il noſtro riverente parere ſopra la Diverſione de' Fiumi Ronco, e Montone, e ſopra il generale regolamento delle Acque, che ſcorrono ne' dintorni della Città di Ravenna. I fondamenti, ſu quali l'abbiamo ſtabilito, ſono le oſſervazioni fatte, e le miſure preſe da noi ſteſſi ſopra i luoghi per lo ſpazio di un Meſe, delle quali ſi ſono laſciate in iſcritto alla ſteſſa Città le memorie. Molti ſono i capi de' diſordini, a' quali doveva provvederſi, ed altrettante l'intenzioni, che dovevano averſi in viſta, per giudicare, quale fra diverſi partiti foſſe il migliore, ed il più adattato al biſogno. Liberare la Città dal preſente, e manifeſto pericolo di reſtare ſommerſa, e devaſtata da' Fiumi, nell'angolo de' quali è compreſa: provvedere alla neceſſità de' Mulini per lo ſoſtentamento del Popolo: riſanare l'Aria, che reſta ſepolta fra un laberinto d'Argini, ed infetta dal riſtagno, e dal puzzo delle cloache: regolare i Canali di ſcolo per modo, che le Campagne perfettamente ſi aſciughino dalle Acque delle piogge: mantenere, anzi migliorare il Porto oggi mai perduto a cagione degl'interrimenti, dandogli una ſpedita comunicazione colla Città ſteſſa: in fine conſervarle il comodo della vicinanza dell'Acqua del Montone ad uſo di bevanda, per ſupplire o alla ſcarſezza, o alla rea qualità di quella de' Pozzi. Il concepire un progetto, per cui ſi uniſcano in un perfetto accordo tutte le predette maſſime, e che poſſa mandarſi ad effetto con una tollerabile ſpeſa, è quello, che ha ſempre renduta difficile una tant'opera. Ci ſono ſtate comunicate molte propoſizioni fatte a tal fine da un ſecolo in qua da rinomati, e abiliſſimi Uomini. Da tutte abbiamo preſi dei lumi, ma in tutte qualche coſa abbiamo deſiderata. Si ſono ſpecialmente eſaminate con particolar cura le due celebri Linee dell'

Az-

Azzoni, e del Nadi (1), ſopra le quali ſono uſcite da alcuni anni in qua alle ſtampe diverſe Scritture. La prima di queſte Linee, anche dopo tutte le correzioni, che le ſono ſtate fatte, non ci è paruto, che provvegga baſtantemente nè all'intereſſe del Porto, nè alla ſicurezza della Città, la quale ne conoſce, e ne teme le conſeguenze. Molto più volentieri ci ſaremmo appigliati all'altra del Nadi, ſe non aveſſimo avvertito poterſi, ſenza perdere alcuno degli avvantaggj di eſſa, migliorare la condizione del Porto, traſportandolo altrove, ed inſieme diminuire la ſpeſa. L'Eminenza Voſtra, al cui riverito giudizio ſottomettiamo il preſente parere, ſaprà meglio di noi ſteſſi diſcernere, ſe nel Partito, che proponiamo, ſi ſoddisfaccia a tutte le predette intenzioni: il che ſe per le difficoltà della materia non avremo forſe ottenuto, non avrà almeno Voſtra Eminenza da deſiderare nè la noſtra diligenza, nè la noſtra fede nell' obbedirla.

Per maggior chiarezza eſporremo prima in compendio tutto il ſiſtema del regolamento da Noi diviſato. Paſſeremo poi a ſpecificare l'ordine, la forma, e le miſure di ciaſcuno de'Lavori da farſi, con diſtinguerli in più capi ſecondo la relazione, che avranno, o alla diverſione delle Acque de'Fiumi, e degli Scoli, o all'uſo de' Mulini, o all' intereſſe del Porto, o al miglioramento dell'Aria. Nell'ultimo diremo alcuna coſa della ſpeſa, con

(1) Le due linee Azzoni e Nadi; La prima delle quali divertiva il Montone prendendolo poco ſuperiormente alla Chiavica inſerviente al Mulino vecchio, e portandolo aſſai vicino alla Città nel Ronco, laſciava con ciò tutte le acque alla deſtra, onde ben lungi che queſta linea provedeſſe alle eſigenze, che anzi maggiori ſarebbero ſtati i pericoli, mentre i rigurgiti molto ſenſibili ſi ſarebbero reſi, allorchè uno de'fiumi foſſe venuto pieno prima dell'altro. E ciò che merita tutto il rifleſſo ſi è, che l' eſcreſcenze nè poco nè molto ſi ſarebbero abbaſſate in tal diverſione e per la ſoverchia larghezza del letto de' fiumi uniti dalla Sensèda al mare, e per l'inſenſibile abbreviamento del cammino; il Candiano poſcia ſarebbe riuſcito ſempre più pregiudicato, atteſa la vicinanza dello sbocco de' fiumi riſpetto alla di lui foce.

Quanto alla linea del Nadi, oltre che impegnava in alvei ſoverchiamente lunghi, paſſando deſſa per Claſſe di fuori incontrava terreni aſſai baſſi, paluſtri, e difficili da ricever buone arginature, ed il Candiano in tanta vicinanza dello sbocco de' nuovi fiumi, ancorchè foſſe reſtato tagliato a Tamariſi, non avrebbe potuto certamente ſoſtenerſi.

con cui ſtimiamo potere a un dipreſſo condurſi a fine tal Bonificazione; e tanto ſtimiamo, che poſſa baſtare, per far intendere le ragioni, che ne hanno indotti a preſceglierla, e per dileguare quelle difficoltà, che poteſſero inſorgere ſopra di eſſa.

CAPO PRIMO.

Compendio, ed Idea Generale del Regolamento.

IL Regolamento, che proponiamo, ſi riduce ai ſeguenti Articoli, che diſtingueremo con numeri, per riportarci ad eſſi nel proſeguimento del Diſcorſo. Le Linee punteggiate ſegnate nella Mappa generale Tavola A. la quale eſibiamo anneſſa a queſti Foglj, meglio ſaranno intendere i luoghi delle derivazioni delle Acque, e quelli degli altri lavori. Queſta Mappa è ricavata da quella, che fu fatta anni ſono coll'aſſiſtenza, e ſotto la direzione del Nadi. (2) Noi l'abbiamo riſcontrata con diverſe riprove, e trovata molto eſatta. Tav. A

I. Si divertirà il Montone ſu la deſtra nel punto K due quinti di miglio in circa ſopra la chiavica del Canale del Mulino vecchio, ſoſtenendo in C con Chiuſa di muro il fondo ſuperiore, (3) e ſi condurrà a traverſo la Regione di mezzo ai due fiumi ad unirſi

(2) Almeno per quello riguarda quelle Campagne per le quali aveva deſſa a paſſare, non così verſo della Pialaſſa, Bajona, e Foſſina, che come di queſte ſituazioni niun uſo ne voleva fare il Nadi, non ſono ſtate con l'accuratezza neceſſaria deſcritte, eſatte però quanto baſta le dimoſtra la Tav. A, che in queſta parte ſi è voluta riformare.

(3) L'andamento di queſta linea è ſtato eſeguito, ſe ſi eccettua che il canale Panfilio, il qual doveva reſtar per molto tratto ſulla deſtra della nuova linea, fu fatto entrare nel mezzo di eſſa, e fu levato con ciò quell'uſo, che ſe n'avrebbe potuto fare per la di lui cotanto neceſſaria navigazione ſino alla Voltazza nel tempo che duravano i lavorieri. Nella mia Relazione 1733 a ſtampa intitolata *Sopra alcune modificazioni per la diverſione de' fiumi di Ravenna* a carte 15, reſta eſpreſſo, come ſegue: *Conſiderando pertanto, che quaſi in tutto il tempo dell' eſcavazione può rimaner intatto il Canale Panfilio, che dovrà, come ſi è detto, reſtar ſulla deſtra del nuovo alveo da allargarſi però e profondarſi ſol tanto, quanto porta il biſogno della terra da prenderſi per le arginature alla ſiniſtra; quindi le barche potranno egualmen-*

unirsi col Ronco alla Casa Tassinari in E. I due fiumi congiunti, si faranno imboccare nel Canal Panfilio all'angolo di questo, chiamato la Voltazza in L, e proseguiranno per lo detto Canale fino al Passo de' Tamarisi in M, dove uscendo per un' altro Taglio alla sinistra, si porteranno al Mare in F, ducento pertiche in circa sopra la foce del Candiano.

II. L'Alveo OI, (4) per cui corrono di presente uniti il Ronco, ed il Montone, si escaverà a mano dalla confluenza in giù fino al Mare due piedi sotto il pelo basso di questo, e si proseguirà la medesima escavazione dalla confluenza in su, nel Montone fino al Ponte Canale in P, e nel Ronco fino allo sboc-

co.

mente che adesso, passare verso Ravenna per esso Canale, e quando si verrà ad intestare alla Voltazza, si fermeranno a questa, e dipoi intestato successivamente a Porto, fino a questo sito arriveranno allora i Navigli, per esser poi le merci, il rimanente del viaggio per lo Stradone di Porto carreggiate fino alla Città, e vicendevolmente da questa verso del Candiano.

Ma tagliato che sia il Ronco, e derivata l' acqua nel nuovo alveo, dovendo per qualche spazio di tempo correre esso fiume diviso al mare, senza che più il Panfilio ed il Candiano possino dare altra navigazione, che la brevissima dal presente Porto fino al passo di Tamarisi, allora, abbenchè la nuova foce de' fiumi non fosse resa profonda quanto basta, non essendo però credibile, che sì presto si ricolmi l' alveo del Panfilio per stabilirsi la nuova cadente, si potrà per un tempo, e benissimo, con barche che arriveranno al passo predetto di Tamarisi tragittare le merci in altre barche che fossero nel nuovo alveo, da esser con esse tradotte fino alla Voltazza, e poi carreggiate a Ravenna.

Onde assolutamente parlando, abbenchè con qualche difficoltà vi sarà sempre o quasi sempre una tal quale comunicazione tra il mare e la Città, che se unco restasse affatto intercetta, non durerà però l'interrompimento del commercio che per due mesi, o poco più, che si consumeranno nell' escavazione dell'alveo abbandonato de' fiumi, onde ridurre il nuovo naviglio all'uso della navigazione.

Il che sia detto perchè si comprenda che quando fossero state eseguite le prese disposizioni, che furono fin dal principio alterate, la Città non poteva restar priva della navigazione che per pochissimo tempo, e pure si è questo punto fatto passare per il più forte motivo di aver cangiato il Porto, coll' idea di sostituire quello della Pialassa, come sarà esposto più innanzi.

(4) Questo capo di regolazione non è stato eseguito, ma mutata la linea in quella del Pontecanale e scolo della Città, essendosi creduto di risparmiare molta spesa, rispetto a quella che sarebbe importato il da noi proposto cavamento nell'alveo abbandonato da'fiumi uniti QOI: abbenchè il fatto abbia poi mostrato di esser stata molto maggiore, non ostante che molto ancora vi manchi quando si voglia render il Porto della Pialassa compito e perfetto.

co della Chiavica della Lama in R (5). Queſt'Alveo eſcavato ſervirà di Porto, dandoſi per interamente perduto quello del Candiano, che fin'ora ha ſervito.

III. Si taglierà il Canal Panfilio alla ſiniſtra nella rivolta della Darſina in Q, (6) e li ſi darà comunicazione con l'alveo preſente del Ronco.

IV. Le acque, che ſcolano nel Panfilio per lo Foſſo vecchio, invece di correre verſo Mare, ſi obbligheranno a voltar all'indietro al paſſo de' Tamariſi, e ad isboccare con Chiavica nel nuovo Fiume (7). Quando l'acqua di queſto ſarà torbida, ſi chiuderà la Chiavica, e ſe ne aprirà un'altra da coſtruirſi nella parte inferiore del Panfilio di ſotto allo sbocco del foſſo Vecchio, acciocchè l'acqua vada allora per la preſente ſtrada al Mare.

V. Quelle dell'Arcabologna (8), e l'altre, che ora mettono capo nel Panfilio a deſtra di ſotto alla Voltazza, ſi manderanno per un ſolo Canale a ſeconda del nuovo Fiume ad isboccare in eſſo con Chiavica poco ſopra il paſſo de' Tamariſi.

VI. Le altre di ſcolo, che entrano nel Panfilio parimente a deſtra (9), ma di ſopra alla Voltazza per la Chiavica Mazzolini, ſeguiteranno ad andarvi, ma per eſſo Panfilio correranno all'indietro, riuſcendo nel Ronco abbandonato per lo Taglio fatto alla rivolta della Darſina.

VII. Quelle poi, che sboccano nel Panfilio alla ſiniſtra, o ſo-

(5) Si dava per perduto il porto del Candiano, eſſendoſi da noi potuto oſſervare che anche avanti di por mano nella regolazione, i fondi di quella foce erano ſcarſiſſimi per il biſogno della navigazione, comecchè rimanevano atterrati dalla vicina foce de' fiumi vecchi I.

(6) Il Taglio della Darſina vecchia ſi farà quando reſti effettuata la regolazione da me ultimamente propoſta, eſſendo rimaſta ineſeguita quella che in queſto numero ſi è indicata.

(7) La Chiavica di cui quì ſi parla non è ſtata fatta, ſcolando le acque di quelle baſſe Campagne verſo del Foſſo vecchio.

(8) Anco le acque dell'Arcabologna, ed altre ſono ſtate condotte verſo dell'abbandonato Panfilio oltre del paſſo di Tamariſi.

(9) Quelle poi ch'entravano nel Panfilio ſuperiormente alla Voltazza per la Chiavica Mazzolini, anderanno in ora con l'acqua deſtinata alla macina del Mulino nuovo, a ſcaricarſi nella nuova linea alla di lei ſiniſtra per la Chiavica ivi coſtruttaſi detta della Mattamolla, e qualche volta potranno pure eſſere indrizzate per il Taglio della Darſina nel Ronco abbandonato, e verſo il nuovo Porto.

ſopra, o ſotto alla Voltazza, ſi potranno recapitare con Chiavica o nel Ronco abbandonato, o nel Panfilio ſteſſo fra la Voltazza, e la Darſina, o finalmente nel nuovo Fiume verſo il paſſo de' Tamariſi, ſecondochè l'uno, o l'altro di queſti termini ſarà più comodo ai Terreni, che le tramandano.

VIII. Quanto alle acque della Regione di mezzo a'due Fiumi ſi rivolterà (10) il condotto della Lama dal punto S a paſſare per Botte ſotto il vivo della chiuſa del Montone in C, e quindi ad unirſi nel punto T alla Canaletta, e con ciò le acque dell' uno, e dell' altro Scolo ſi ridurranno a isboccare nel Ronco a foce aperta per la Chiavica, per cui ora vi sbocca la Lama verſo R, la cui ſoglia ſi dovrà abbaſſare, come ſi dirà a ſuo luogo.

IX. Lo ſcolo della Città, il quale paſſa di preſente per Botte, chiamata il Ponte Canale (11), ſotto il letto del Montone, ſi recapiterà nello ſteſſo Montone abbandonato, ed eſcavato come ſopra, e per eſſo andrà al nuovo Porto.

X. Nel medeſimo Porto ſi potranno recapitare il Dirittolo, la Via Cupa, il Valtorto, ed altre Acque chiare fra il Montone, e il Lamone, che ora vanno nella Foſſina, come ſi ſpiegherà, parlando in particolare del Porto.

XI. Il Mulino vecchio ſeguiterà a macinare come di preſente coll'Acqua del Montone, condottavi per un Canale da farſi dentro

(10) La Botte formataſi nel vivo della gran Chiuſa deſtinata a ſoſtenere le acque del Montone per la molitura del Mulino vecchio, non ha ſervito per lo ſcolo della Lama e Canaletta come eraſi da prima diviſato, ma con Chiavica appoſta le acque di eſſi ſcoli ſi ſono fatti sboccare nel nuovo Montone poco ſuperiormente al ponte di legno che lo traverſa, e la Chiavica che rimane ſenz'altro uſo ſul Ronco abbandonato ſervirà poi, quando ſi effettui l' ultimo progetto, per l'acqua deſtinata alla macina del Mulino nuovo da prenderſi al Chiavicone Spadoni alla ſiniſtra di eſſo Ronco, e da paſſarſi per Botte ſotto della Lama ivi dirimpetto, e condurſi poi per alveo ſeparato alla Botte della Chiuſa, onde paſſando ſotto al vivo di eſſa e ſotto al Montone, ſervir poſſa all'effetto predetto a norma della Relazione 1740.

(11) Non ſi è alterato l' andamento dello ſcolo della Città, ma in vece di recapitarlo nel Montone abbandonato ſi è laſciato nell' antico ſito, e coll'allargarſi e profondarſi ſotto il pelo baſſo del mare ſi ha fatto ſervire al nuovo naviglio e Porto della Pialaſſa, e queſto canale ſino a' Fenili de' P.P. di S. Vitale potrà ſervire ad ogni altro ricapito, che dar ſi voleſſe alla navigazione.

tro all'Alveo abbandonato di queſto, il qual Canale riuſcirà alla Chiavica preſente del Canal del Mulino, e con queſto ſi unirà (12). Il fondo ſuperiore del Fiume ſarà ſoſtenuto dalla Chiuſa, come ſi è detto, e ſopra di queſta ſe ne alzerà il pelo quanto baſta nella maniera, che ſi eſporrà, parlando dell'eſecuzione del Progetto, ma non ſi dovrà giammai far macinare, che con Acqua chiara, la quale avrà ſcarico nel Ronco abbandonato per la ſtrada preſente.

XII. Il Mulino nuovo potrà ſeguitare parimente a macinare ſenza alcuna mutazione colla ſola Acqua chiara, che vi ſi condurrà dal Montone (13), e dal Ronco uniti, ſoſtenendo il pelo de' due Fiumi all'altezza, che ſi dirà, e l'Acqua di eſſo ſi ſcaricherà come ora nel Panfilio, e quindi per lo taglio della Darſina nel Ronco abbandonato.

XIII. Il Mulino del Macello potrà regolarmente macinare ad Acqua chiara, ma non dovrà macinar mai con la torbida. Si potranno abbaſſare le Soglie ſuperiori di queſto Mulino once quattro, ed altrettanto i Catini. L'Acqua, che avrà ſervito alle Macine, avrà libero ſcarico nel Ronco abbandonato per la ſolita ſua ſtrada.

XIV. Se l'eſperienza moſtrerà eſſer indiſpenſabile il macinare tal volta con Acqua torbida, ſi deriverà con Chiavica un Canale a deſtra dal Montone mezzo miglio in circa ſopra il punto della ſua Diverſione, la cui Acqua rientrerà nel Montone ſteſſo diſotto alla Chiuſa da farſi nel detto luogo, paſſando per Ponte Canale ſopra la Lama non lungi dal punto C (14). Su queſto

(12) Il Mulino vecchio ſtato interrotto nel ſuo uſo, macinerà come faceva prima, quando s'inalzi 5 once il ciglio della Chiuſa ſtato tenuto nell'eſecuzione più baſſo delle preſcritte miſure; il detto ciglio dunque, quando reſti più baſſo della coltellata della Chiavica di eſſo Mulino, ch' eſiſte ſul Montone al principio del condotto che vi porta l'acqua p. 8: 3: 8, e reſtino pur abbaſſati i ſuoi Catini piedi uno e mezzo, ſi potrà far Botte, o ſia l'ingorgo dell' acqua, come facevaſi prima della diverſione, e potrà macinare egualmente con l'acqua chiara, che con la torbida.

(13) Il Mulino nuovo coll' acqua cavata dal Ronco al Chiavicone Spadoni, e condotta, come ſi è detto al num. 10 potrà macinare ad acqua parimenti chiara e torbida, e quando ſi voleſſe ravvivare anco quello del Macello in ſupplemento del nuovo, non vi può eſſer difficoltà di rimarco per ridurlo ad un conveniente uſo.

(14) Quindi ſi fa affatto inutile a penſare alla fabbrica di verun altro mulino da macinare ad acqua torbida.

ſto Canale ſi fabbricherà un Mulino verſo il ſuo sbocco, e volendo farvene due, ciò ſi potrà, tenendo il Canale più ampio, e diramandolo in due sbocchi, e queſti Mulini riuſciranno lontani poco più di due miglia dalla Città, e potranno macinare amendue ad un tempo, quando l'Acqua del Montone ſia torbida.

XV. Per accoſtare l'Acqua di queſto Fiume alla Città in ſupplemento di quella de' Pozzi, ſi farà una piccola Chiavica nell' argine ſiniſtro del Canale, che condurrà l'Acqua ſoſtenuta del Fiume al Mulino vecchio, e ſi farà rientrare parte di eſſa nell' Alveo abbandonato, e ciò a certi tempi, che ſi ſtabiliranno col riguardo di non portar pregiudizio al macinare (15). Con queſt' Acqua ſi empirà l'Alveo preſente del Montone dal punto della Diverſione fino a Porta ſerrata a quel ſegno d'altezza, che parrà ſufficiente, riſtagnandola con un piccolo Cavedone di ſotto a Porta ſerrata. Quando ſi vorrà darle ſcolo, acciocchè non imputridiſca, ſi aprirà un' altra Chiavichetta, che ſarà in queſto Cavedone, e ſi laſcierà ſcorrere l'Acqua per la parte inferiore del Montone abbandonato, fino a ſcaricarſi nell'alveo del nuovo Porto.

(15) Nè vi ſarà biſogno alcuno di condurre l' acqua del Montone per bevanda della Città, potendo a ciò eſſer ſupplito e con buche profonde, da eſcavarſi dagli abitanti nell' alveo abbandonato di eſſo Montone, come pure il condotto per l'acqua chiara, che ſi farà per eſſo Mulino potrà ſuffragare dall' altro lato della Città ad una tale eſigenza.

CA-

CAPO SECONDO.

Dell' ordine, e della forma de' lavori da farſi per la diverſione de' Fiumi, e per lo recapito degli Scoli.

PRemeſſo in univerſale il ſiſtema del regolamento di queſte Acque, ſoggiungeremo ora in quali preciſe forme, e miſure, e con qual ordine ſtimiamo, che ſi debba mandare ad effetto in ogni ſua parte. A tal fine preſentiamo all'Eminenza Voſtra, oltre la detta Mappa generale de' Luoghi, la Pianta ſpeciale delle linee di diverſione de' due Fiumi, da' quali ſi dovrà dar principio all'opera.

Queſta Pianta ſpecifica la condizione de' Terreni, per li quali paſſano le dette linee di diverſione, le fabbriche, ch' eſſe incontrano, le ſtrade pubbliche, che attraverſano, i condotti maeſtri, che interſecano, ed ogni altra appartenenza, fuor che i nomi de' Poſſidenti de' Terreni, de' quali non abbiamo ſtimato neceſſario prender notizia.

Aggiungiamo alla detta Pianta un profilo delle Campagne, tra le quali paſſeranno gli Alvei progettati de' Fiumi, ſecondo le Livellazioni da Noi fatte; avvertendo, che ſebbene i punti di Campagna Livellati non cadono tutti ſu le preciſe Linee, che proponiamo, ci ſiamo tuttavia accertati, che poca differenza di altezza poſſa correre tra quelli del profilo, e quelli delle predette Linee in diſtanze eguali dallo ſbocco.

Nel medeſimo profilo ſono notate le Linee cadenti de' nuovi Fondi e degli Argini, ſtabilite ſopra le oſſervazioni delle pendenze preſenti degli uni, e degli altri, tanto nel ſolo Montone, quanto ne' Fiumi uniti, le quali cadenti non abbiamo alcun luogo di temere, che poſſano alzarſi, ma piuttoſto abbaſſarſi dopo fatta la diverſione (16), per lo meno ſino a tanto, che ſiegua un

(16) Rimane a tutti paleſe l'abbaſſamento ſeguito del Ronco dopo che fu sboccato nella nuova linea, anche maggiore di quello potevaſi concepire, non arrivando adeſſo le piene ſuperiormente al punto della diverſione gran fatto oltre della metà de' rivali, e sì forte è la velocità che in tal incontro concepiſce l'acqua, che anco nelle parti più lontane ne riſentono per le corroſioni eſſi rivali, ſenza loro pericolo però, atteſa la moderata altezza a cui in ora ſalgono le piene,

un notabil prolungamento della Linea nel Mare, il quale ſtimiamo non poterſi evitare con qualunque Arte, ma ſolo diminuirne gli effetti, con mantenere retto, e riſtretto al poſſibile l'Alveo del Fiume.

Dovrà dunque prima d'ogni altra coſa fabbricarſi nel ſito espreſſo di ſopra all'Articolo primo la chiuſa del Montone, e nel vivo del Muro di eſſa la Botte, per dar paſſaggio alla Lama, acciocchè queſto edificio abbia tempo baſtante a conſolidarſi prima di eſſer eſpoſto al tormento dell'Acqua.

L'uſo della Chiuſa predetta dee eſſere di dar caduta al Mulino, o ai Mulini dell'Acqua torbida (17), quando ſi riſolva di volerli, come all' Articolo decimoquarto ; di alzare più facilmente , e più ſollecitamente l' Acqua chiara del Montone a comodo del Mulino vecchio , ſecondo l' Articolo undecimo ; e di tradurre dalla deſtra alla ſiniſtra del nuovo Letto del Montone gli ſcoli della Regione di mezzo a tenore dell'Articolo ottavo.

Si rimette a chi avrà la ſopraintendenza all'eſecuzione, lo ſtabilire le fondamenta, e il regolare lo Stramazzo, le Ale, i loro attacchi con gli Argini, e tutto il maſſiccio di queſta fabbrica colle avvertenze neceſſarie per la ſua ſuſſiſtenza, atteſo maſſimamen-

ne ; così il Montone limitato dal labbro della Chiuſa il fondo ſuo naturale , ſe non ha potuto abbaſſarſi riſpetto ad eſſo , tiene certamente le di lui eſcreſcenze aſſai più baſſe di prima a cauſa della forte chiamata della Chiuſa medeſima; quando poſcia ſarà ſeguìta una molta prolungazione della nuova linea in mare , allora il fondo avrà ad elevarſi , ma la rettitudine del cammino , e lo sbocco in ſito aſſai vantaggioſo, fanno ſperare che mai ſiano per giungere alle eſorbitanti altezze , alle quali giongevano nel tempo che correvano alle mura di Ravenna , e quando andavano al mare per l' alveo vecchio de' fiumi uniti eccesſivamente alla loro eſigenza largo ; di modo che io ſono perſuaſo , che chi aveſſe da principio avuto attenzione a tenerli più riſtretti con le arginature, difficilmente ſi ſarebbero veduti sì ſconcertati , e fatti sì incapaci tanto nelle ſuperiori , che nelle inferiori parti a contenere le loro eſcreſcenze.

(17) Quando le ultime propoſizioni 1740 da me fatte debban aver luogo, ſervirà la Chiuſa per dar l' acqua al Mulino vecchio , trattenendolo col ſuo ciglio alla diviſata altezza , e la Botte fabbricata nel vivo delle di lei muraglie non più ſervirà a dar il paſſaggio , almeno per adeſſo, alle acque della Lama e Canaletta , come portava il noſtro primo Progetto , ma a tradurre ſotto del Montone un condotto di acqua tirata dal Ronco per ſervizio del Mulino nuovo , prendendola e chiara e torbida ſenza diſtinzione alcuna.

mente qualche abbaſſamento, che dovrà ſeguire del fondo del nuovo Alveo di ſotto alla medeſima.

Per quello, che a Noi preſentemente appartiene, baſterà dire, che la luce, o larghezza del piano ſuperiore di eſſa per cui dovrà paſſare tutta l'Acqua del Montone, deve eſſere di Pertiche otto (18); Che il piano predetto nella ſua parte più alta, o ſia nella creſta, o ciglio della Chiuſa deve eſſere più baſſo piedi 8. 5. della Coltellata verſo il Fiume, della Chiavica, che dà l'Acqua al Canale del Mulino vecchio; Che il Muro dell'Ala ſiniſtra ſuperiore della Chiuſa, deve ſervire per facciata d'avanti alla Chiavica d'un Canale da derivarſi ad uſo del detto Mulino, la cui Acqua deve paſſare a traverſo il detto Muro, come ſi dirà, parlando de' Mulini; E finalmente, che la Soglia della Botte per la Lama, che paſſerà ſotto la Chiuſa, deve reſtar baſſa ſotto il detto Ciglio, o ſommità di queſta piedi 7, e la larghezza della detta Botte nel ſuo fondo, o Soglia deve eſſere di piedi 6.

Nello ſteſſo tempo, che ſi farà la Chiuſa ſi coſtruiranno ne' debiti luoghi le Chiaviche (19) di ſcolo mentovate negli Articoli 5, e 7, acciocchè ancor eſſe abbiano tempo di ſtabilirſi prima di eſſer poſte in opera.

Allora ſi potrà venire all'eſcavazione dell'Alveo, che deve ſervire alle Acque unite del Ronco, e del Montone. La larghezza

(18) Le miſure di eſſa Chiuſa, ſono poi ſtate dal Signor Manfredi e da me in varie volte regolate nel ſeguente modo: La larghezza del labbro di 46 piedi Agrimenſorj di Ravenna, che ſono di Venezia 76 $\frac{2}{3}$ eſſendoſi fatta minore di luce ſull' eſempio di quella di Matellica, avuto riguardo alla portata dell'acqua del Savio, ed a quella del Montone. La ſommità del di lei ciglio ſecondo alle riforme doveva eſſer più baſſa della coltellata verſo il fiume della Chiavica, che dà l'acqua al canale del Mulino vecchio piedi 8. 4. 7 di Ravenna, come di queſta miſura ſono tutte le altre, ma da chi ha ſoprainteſo alla fabbrica è ſtata tenuta più baſſa dello ſtabilito once 4 e punti uno; di maniera che viene eſſo ciglio a riuſcir più baſſo di detta coltellata p. 8. 8. 8. per due terzi della di lei larghezza, e per l'altro terzo aggiacente al fianco ſiniſtro reſta più baſſa p. 9. 3. 8 così regolata dal Signor Manfredi, come ne fui avviſato con ſue lettere 4 Ottobre 1735, laſciandoſi cioè un terzo dell'apertura come fu ſtabilito del 1733, e gli altri due terzi rialzandola un piede ed un'oncia. La ſoglia della Botte rimane più baſſa piedi 16 in punto del detto ſtabile.

(19) Circa alle Chiaviche per i ſcoli veggaſi quanto ſi è detto a' numeri 7. 8. 9.

za di queſt'Alveo da Argine ad Argine, cioè dal ciglio interiore dell'uno a quello dell'altro, ſi farà di Pertiche 15. Quella del Fondo dev'eſſere di Pertiche 10.

Non giudichiamo neceſſario fare tal eſcavazione a mano a tutta la larghezza predetta, fuorchè per un tratto di 100. Pertiche incirca all'origine del detto Alveo (20), ma ſi potrà dopo quel tratto diminuire a poco a poco la larghezza, riducendola ad una Cunetta di 3. pertiche incirca, con poca, o niuna ſcarpa, acciocchè l'Acqua poſſa più facilmente dilatarla. Si debbono eccettuare que'ſiti ne'quali, atteſa la baſſezza della Campagna, la terra eſcavata non baſtaſſe a formare gli Argini nelle dovute miſure, intendendoſi, che per tutto ſi eſcavi in larghezza almeno tanto quanto baſta per compiere l'Arginatura, e quando a ciò fare foſſero ſoverchie le tre Pertiche di larghezza, ſi eſcavino ciò non oſtante le ſuddette tre Pertiche.

Si crede bensì neceſſario, che l'eſcavazione ſi faccia per tutto alla profondità della cadente ſegnata nel detto profilo. E perchè il Canal Panfilio deve per lungo tratto ſervire a queſto Alveo, ed eſso è già più baſso della cadente predetta, e la ſua larghezza è di una Pertica (21), e mezzo in circa, baſterà dilatarlo altri 15. piedi, la metà da una parte, e l'altra metà dall'altra, eſcavando queſti 15. piedi ſolo alla profondità della predetta cadente. La Terra, che ſi trova in forma d'Argine irregolare ſu le Ripe di queſto Canale, ſi dovrà traſportare ſu le linee degli Argini reali da coſtruirſi.

L'altezza di queſti ſi regolerà ſu la loro cadente ſegnata nel Profilo, ſopra la quale reſta aſſai di franco dalle maggiori Piene (22). La groſſezza in ſommità ſarà di piedi 5. Per al-

(20) Si è poi dovuto dopo l'immiſſione del Ronco nella nuova linea ſcavar a mano molta parte dell'alveo nuovo de' fiumi uniti, e ciò pur ſi è fatto per tutta la linea del Montone per eſſerſi incontrato ne' fondi un terreno troppo reſiſtente, che certamente l'acqua non avrebbe potuto corrodere, e ciò tanto meno, quanto che contemporaneamente al Ronco o poco dopo non ſi è sboccato il Montone ad accreſcer forza e momento all'altro fiume.

(21) Il Panfilio è ſtato, come ſi è detto, preſo nel mezzo dell'alveo in vece di laſciarlo alla deſtra, come eraſi determinato del 1733.

(22) Fu anco riformato il profilo col tenerſi l'arginatura più alta di prima.

altro ſi rimette, a chi avrà la direzione del lavoro, il dare agli Argini la dovuta ſcarpa, e biſognando, il munirli di banca in campagna, come pure il dar le ſcarpe alle Ripe, o Golene nei luoghi, dove tutta la larghezza dovrà farſi a mano; l'alzar queſte Ripe, e il fortificarle, e ſoſtenerle con lavori, dove o la baſſezza ſoverchia della campagna, o la condizione del Terreno lo richiedeſſe; il difendere le concavità delle piccole piegature delineate nella Pianta, per prevenire le corroſioni, e le tortuoſità del Fiume, e di uſare inſomma tutte le neceſſarie cautele ſecondo l'Arte.

Fatta l'eſcavazione nel modo predetto, tutte le Acque di ſcolo, che dovranno recapitarſi per li Articoli 5, e 7 in queſt'Alveo, ſi condurranno alle Chiaviche loro deſtinate, e potranno avere per eſſo il loro corſo.

Quando i nuovi Argini ſaranno raſſodati, e aderbati, e ſi giudicheranno in iſtato di reſiſtere al corſo dell'Acqua, ſi farà una forte Inteſtatura, o Cavedone attraverſo il Canal Panfilio alla Voltazza nella Linea dell'Argine ſiniſtro del nuovo Alveo, ed un'altra pure attraverſo il Panfilio a deſtra al paſſo de' Tamariſi, ed aſpettando una Piena del Ronco, ſi taglierà l'Argine deſtro di eſſo, dirimpetto all'Alveo preparato. L'Acqua del Fiume non mancherà di prender corſo per queſto Alveo, come quella, che vi troverà una caduta di 3. piedi incirca da fondo a fondo, e comincierà a corroderlo, e a dilatarlo. Si laſcierà nulladimeno ſul principio aperto l'Alveo preſente, il quale a poco a poco ſi verrà atterrando a miſura, che il nuovo ſi renderà più capace. Ma dopo qualche Piena, ſi potrà chiudere affatto il vecchio con una Inteſtatura (23), acciocchè tutta l'Acqua ſi riduca nel nuovo, e allora ſi farà il Taglio accennato all'Articolo 3. alla rivolta della Darſina, che darà comunicazione al Canal Panfilio coll'Alveo, che il Ronco avrà abbandonato.

Allora le Acque della Chiavica Mazzolini mentovata all'Articolo 6, e le altre, che ſecondo l'Articolo 7. doveſſero entrare o nel Panfilio fra la Voltazza, e la Darſina, o pure nel Ronco abbandonato, comincieranno a ſfogarſi per queſti Alvei, ma lo ſca-

(23) La Darſina non fu allora tagliata, perchè è ſtata mutata l'idea del Porto ed il ricapito de'ſcoli, come ſi anderà a ſuo luogo indicando.

ſcarico di eſſi non ſi renderà affatto libero, ſe non dopo fatta l' eſcavazione del nuovo Porto, come ſi dirà a ſuo luogo.

Intanto ſi dovrà voltare il Condotto della Lama, per la Linea notata nella Mappa generale alla Botte preparatale ſotto la Chiuſa, e quindi a trovare la Canaletta, e con eſſa andare alla Chiavica comune del ſuo sbocco nel Ronco (24). Si toglierà la comunicazione della Canaletta coll'Acqua, che viene dal Mulino vecchio, acciocchè tutta vada alla detta Chiavica, la cui luce potrà dilatarſi alquanto, e la Soglia ſi dovrà abbaſſare piedi 2. 7, per darle tutto lo ſcarico poſſibile, con che reſterà ancora alta un piede ſopra la baſſa Marea. I Foſſi, e ſcoli, che mettono acqua nella Lama, o nella Canaletta, ſi dovranno condurre a queſta nuova Linea del di lei corſo, e ſarà anche neceſſario eſcavare il fondo della Canaletta fino al piano della detta Soglia abbaſſata. Le due Chiaviche ſuperiori, per le quali parte della Lama ha ſfogo nel Ronco, non ſi ſtimano più neceſſarie, ma volendoſi aprire, ſe ne potranno abbaſſare le Soglie due buoni piedi.

Ad un medeſimo tempo dovrà eſſerſi preparato l' altro Alveo nuovo da condurre l'Acqua del Montone al Ronco, il quale Alveo ſi dovrà anch'eſſo eſcavare per le prime cento Pertiche di ſotto alla Chiuſa a tutta larghezza, la quale ſarà per queſto Fiume di 6 (25) Pertiche in fondo, e poi ridurſi alla Cunetta di 3. Pertiche, facendo per tutto gli Argini diſtanti fra loro Pertiche 10, e regolandoſi in ogni altra coſa ſecondo la Pianta, ed il Profilo, e ſecondo le avvertenze, che ſi ſono date nel parlare de' Fiumi uniti, e colla ſteſſa groſſezza d'Argini in ſommità. Si taglierà finalmente l'Argine deſtro del Montone, e ſi fa-

(24) Non fu rivoltata la Lama alla Botte, ma con Chiavica propria fabbricata nella deſtra del nuovo Montone fu recapirata in queſto; quindi la Botte rimaſe chiuſa, perchè ſenz'uſo. Ma quando reſti effettuata la regolazione 1740, reſterà aperta per ſervizio del Mulino nuovo, ed in ogni caſo che il letto del nuovo Montone dalla Chiuſa al Ronco ſi alzaſſe, e perdeſſero la Lama, e Canaletta lo ſcolo, potranno ſempre con l' acqua di detto Mulino eſſer paſſate per la detta Botte e ſotto il vivo della Chiuſa verſo il Mare ſecondo alle prime idee della regolazione.

(25) Eraſi veramente preparato il nuovo alveo del Montone dalla Chiuſa alla confluenza come quì veniva preſcritto, ma eſſendoſi da me oſſervato dal 1739 la tenacità della terra del fondo ſi è fatto da per tutto eſcavare a tutta larghezza.

ſi farà ſcendere l'Acqua di eſſo nell'Alveo nuovo per la Chiuſa già preparata, per cui avrà caduta intorno a 5. piedi dal fondo ſuperiore all'inferiore, e contemporaneamente avendo tagliato l' Argine ſiniſtro del Ronco all'unione del nuovo Alveo del Montone con eſſo, confluiranno le Acque dell'uno, e dell' altro per l'Alveo deſtinato ad amendue, le quali nelle prime Piene finiranno di corroderlo (26), e ſtabilirlo alla miſura proporzionata alle forze dell'uno, e dell'altro. Si ſtarà avvertito ſul principio nell'impeto delle Fiumane, per impedire le Rotte, che poteſſero forſe temerſi, e per accorrere al riparo.

Le Linee della propoſta diverſione ſono in ogni loro parte ſepolte fra terra, tanto riſpetto al fondo, che al pelo baſſo. Gli Argini di moderata altezza, e con groſſezza in ſommità di piedi 5 (27). Il corſo delle Acque quaſi affatto retto, e baſtantemente lontano dalla Città, perchè in caſo di Rotte a ſiniſtra, non poſſano queſte accoſtarviſi, ſe non molto dilatate, e dopo aver perduto l'impeto: circoſtanze, che non concorrevano nella Linea Azzoni, onde in caſo di Rotte a ſiniſtra, o reſteranno trattenute dall' alto della Campagna, o frenate dagli Argini del Canale del Mulino vecchio, o da quelli dello ſteſſo Ronco preſente, o al più avranno per eſſo Ronco lo ſfogo, onde la ſalvezza della Città ci pare ſtabilita con tutta la ſicurezza poſſibile.

L'Alveo vecchio del Montone diſotto alla diverſione, ſi chiuderà con Argine, o Inteſtatura ben robuſta (28), e con buona Banca eſteriore, e forte palificata interiore, acciocchè reſiſta agli ſforzi, che faceſſe il Fiume per tornare a rivolgerſi a quella parte. Stabilito l'Alveo nuovo comune ai due Fiumi, ſi potranno fabbricar le due Chiaviche dell' Articolo quarto per lo

(26) Sboccati che furono tutti e due ſi proporzionarono ſecondo alla loro natura il fondo, e ſono corſi con la più deſiderabile felicità al mare.

(27) Non arrivano veramente dapertutto alli diviſati piedi 5, ma la terra di cui ſono compoſti è di sì buona qualità, e reſtano le piene di sì moderata altezza, che non è da temerſi nè meno per ciò danno alcuno.

(28) L'inteſtatura è ſtata bensì fatta, ma ſenza banca eſteriore, nè la palificata è ſtata piantata come portava il progetto, ſarà però rimeſſa opportunamente nella più valida forma.

lo Foſſo vecchio (29), e indrizzare ſecondo l' Articolo ſettimo quelle Acque di ſcolo, che non aveſſero per anco avuto ricapito.

E' ſoverchio avvertire, che pendente il tempo di queſti Lavori, reſterà interrotto l'uſo del Canal Panfilio, che ora ſerve al Porto, e quello del Mulino nuovo, e del Macello, e finalmente anco quello del vecchio (30); Onde converrà ſupplire il meglio, che ſia poſſibile al difetto del Porto, valendoſi di quello della Foſsìna, e prevenire la mancanza delle Farine, con raccoglierne prima quantità baſtevole per tutto il tempo de'lavori predetti.

L'interſecazione, che il nuovo Alveo farà delle Strade pubbliche (31) obbligherà anch'eſſa a far un paſſo ſopra barche, almeno alla Strada Romana, finchè vi ſi provvegga ſtabilmente colla coſtruzione di un Ponte.

Immediatamente dopo la chiuſura del vecchio Alveo del Montone, ſi metterà mano alla eſcavazione del nuovo Porto, di cui

(29) Le Chiaviche non ſono ſtate fatte, ma ſi è procurato di ſupplire in altro modo a'predetti ſcoli.

(30) Quando ſi aveſſe tenuto il Panfilio alla deſtra, ſi avrebbe avuta una navigazione baſtevole ſino a tanto che il nuovo naviglio ſi aveſſe fatto; ma all' improviſo uſcito un altro Progetto per il Porto, non più ſi è penſato al primo da noi propoſto, e circa a' Mulini è rimaſta la Città, atteſo il detto cangiamento, per molti meſi priva affatto della molitura de' grani, con molto incommodo e danno principalmente del minuto popolo.

(31) Il numero de' Ponti fu poi coll'intervento della Deputazione della Città ſtabilito del 1733 con particolar Relazione a ſtampa, diretta al Sig. Cardinale Maſſei, intitolata *Sopra il Mulino ad acqua torbida con il Progetto del numero de' Ponti ſopra de' nuovi alvei &c.* in queſta a carte 9 ſi dice: *Quattro vorrebbero eſſer i Ponti, uno cioè ſopra de' Fiumi uniti alla Voltazza per la comunicazione della Reggia ſtrada di Roma. Il ſecondo alla Taſſinara ſopra del nuovo Montone poco ſuperiormente al punto della nuova confluenza per Forlì e Forliveſe. Il terzo nel Ronco in faccia alla ſtrada detta della Cella, e ſupplirà alla ſtrada del Diſmano, che nell'Inverno principalmente reſta affatto impraticabile. Il quarto ſi coſtruirà ſopra della Chiuſa, e ſi farà di pietra, e ſervirà per la Regione di mezzo li fiumi, ſenza obbligare quelli che abitano verſo del Montone a paſſare al Ronco per venire a Ravenna.*

Tutti queſti Ponti ſono ſtati fatti a riſerva di quello ſopra della Chiuſa. Quello poi alla ſtrada Romana dalla magnanima idea dell'Eminentiſſimo Cardinale Alberoni è ſtato fatto fabbricare di pietra cotta e di marmi, diviſo in cinque arcate vi-

ve,

ve, e due morte vicino a' fianchi : fabbrica veramente ſuperba e degna della grandezza del Pontefice ſotto di cui è ſtata inalzata, e dell'animo ſublime di chi l'ha fatta eſeguire. L'Iſcrizione che l'adorna collocata ſopra di un eminente piedeſtallo è la ſeguente

CLEMENS. XII. PONT. MAX.
BEDESIS. ET VITIS. AQVIS
RAVENNÆ. VTRINQVE. IMMINENTIBVS
CORRIVATIS
MAGNIFICO. PONTE. SUPER. IMPOSITO
ROMANAQVE. VIA. RESTITVTA
VRBEM AB ALLVVIONE. IMMVNEM
REDDIDIT
VIATORVM SALVTI. ET. COMMODO
PROSPEXIT
A. S. MDCCXXXVI. PONT. VI.
OPVS. CVRANTE
IVLIO. CARD. ALBERONO FLAMINIAE
LEGATO
S P Q R.
PRINCIPI. BENEFICENTISSIMO. P.

E dirimpetto in altro piedeſtallo.

INCHOAT.
DIE VIGESIMA. SECVNDA. IVLII
ANNI. M.DCCXXXV
ABSOLVT.
DIE VIGESIMA DECEMBRIS
ANNI. M.DCCXXXVI.

In qualche parte della Relazione preſentata l'anno 1739 al Sig. Card. Alberoni predetto in propoſito di queſto Ponte, diſſi, e quì lo voglio ripetere : *Di non poterſi negare che chi gionge la prima volta al magnifico e ſontuoſo Ponte, che il nuovo, e grand' alveo traverſa per la continovazione della ſtrada Romana, che dalla condotta de' fiumi ne reſtava interrotta e diviſa, non debba reſtar ſorpreſo e dalla mole di queſta Regia fabbrica, e dalle nuove linee de' fiumi, che a perdita di viſta di qua e di là ſi eſtendono, e che non abbia a concludere che tal opera ſia ben degna dell'animo Auguſto di Clemente XII. Sommo Pontefice, e ſia per eſſere, fra i moltiſſimi altri del ſuo Pontificato, un eterno monumento della ſomma ſua Providenza, ed inſieme della ſaggia ed ottima direzione di V. Eminenza, e concludere con giuſtizia, che impreſa ſimile, terminata che ſia, ſarà da equipararſi in materia di condotta di acque, alle maggiori che da maggiori Principi ſiano ſtate fatte.*

E' ſembrato a tal uno queſto Ponte troppo alto, ma circa a ciò aggiunſi in altro §. i ſeguenti ſenſi in detta Relazione. *Di queſto Ponte eſpor-*

cui si parla all'Articolo secondo (32), e all'introduzione in esso delle Acque del Ponte Canale, ed altre di scolo, come agli Articoli 9, e 10, ma noi differiremo di parlarne all'ultimo, per le molte ispezioni, che sono annesse a tal materia.

esporrò, che l'aversi fatto tenere all' altezza, in cui si trova, farà un giorno benedire la saggia di Lei previdenza, mentre dovendosi fuori di dubbio, il nuovo fiume prolungar la linea nel mare, è poi inevitabile il rialzamento del proprio fondo, e per conseguenza della portata dell'acqua, ed allora si vedrà se soverchio o affatto necessario sia stato l'averlo costrutto ad una tale altezza, che finalmente non eccede, che di once sei ed un punto quello del Ronco a Porta Sisi.

Non è piaciuto ad alcuni il sito sceltosi per esso Ponte, come che fuori della dirittura della strada Romana, e più verso della confluenza de' nuovi fiumi; L'aversi da' Periti detto al Signor Cardinal Legato, che il fondo alla detta strada non si trovava consistente quanto era uopo, ha fatto risolvere il formarsi la fabbrica nel luogo antedetto. Che poi tal cattivo fondo vi sia veramente nell' accennato sito, niun saggio avendone fatto, nulla potrei di certo affermare; certamente che il trasporto ha costato all'impresa summe grandi, non che nell' attuale grandiosa fabbrica, ma nel formarsi le necessarie salite, e nella comunicazione della nuova strada tanto a destra, che a sinistra per unirla alla Romana, essendo ivi bassissima la Campagna, e di un instabile terreno.

(32) Cangiatasi l'idea del Porto, non fu proseguita l'esecuzione del Naviglio da noi progettato, ma data mano a ridurre lo scolo della Città in un canale atto alla navigazione.

CAPO

CAPO TERZO.

De' Lavori da farſi per l' uſo de' Mulini.

NEll' Ala ſiniſtra ſuperiore della Chiuſa del Montone, ſi aprirà la luce d' una Chiavica con Soglia più baſſa un mezzo piede del ciglio della predetta Chiuſa, per la qual luce munita di Cateratte, entrando parte dell'Acqua del Fiume, riuſcirà in un piccolo Canale, che poco più ſotto ſi farà rientrare nell'Alveo vecchio di quello, e ſi condurrà per eſſo a canto alla Ripa, o Golena deſtra, fiancheggiandolo con Argine a ſiniſtra ſino alla preſente Chiavica, onde eſce il Canale del Mulino vecchio, lunghezza di un quarto di miglio incirca.

L'Argine, che accompagnerà il Canale, ſi potrà far alto ſopra il fondo di eſſo piedi 3. La larghezza ſarà eguale a quella del preſente Canale del Mulino vecchio, e il fondo ſi ſpianerà da Soglia a Soglia delle predette due Chiaviche, alzando però prima quella della Chiavica preſente un piede incirca. L'Acqua, che ſi prenderà dal Montone per la nuova Chiavica, paſſerà per l'altra preſente, e verrà al Mulino per lo ſolito Canale, il cui fondo ora interrito, ſi dovrà eſcavare orizontalmente al piano della Soglia di queſt'ultima.

Qualora l'Acqua del Montone ſarà torbida, ſi terranno chiuſe le Porte della nuova Chiavica, dovendo in tale ſtato il Mulino vecchio onninamente ceſſare dal ſuo uſo, nè ricever giammai Acque torbide, ſe non ſi vuole rovinare affatto il Porto (33).

Anzi

(33) Con la mutazione del Porto, avendoſi per neceſſità dovuto variar molte altre coſe ſtabilite, ſi è propoſto altro Progetto per i Mulini l' anno 1740, quando d'ordine di Sua Santità Benedetto XIV felicemente Regnante, fui a riconoſcere, ſervendo S. E. il Sig. Cardinale Marini, tutto ciò che concerner poteva il termine di queſta grande Impreſa: Secondo dunque a quanto ho laſciato in iſcritto a Sua Eminenza, potrà il Mulino vecchio macinare egualmente e con l'acqua chiara, e con la torbida, mentre il progetto è di fare all' eſcire della Chiavica di queſto Mulino ſul Ronco abbandonato, due mediocri Chiaviche e due canali che in eſſe ponghino capo, il deſtro avrà a ſervire per l'acqua quando torbida ſia, la quale mediante un taglio verſo la Darſina vecchia del Panfilio ſarà portata a sboccar in queſto,

per-

Anzi ſarà bene, che ſtieno parimente chiuſe le Porte dell' altra Chiavica preſente, acciocchè, penetrando qualche poco di torbida per le prime, non ſi eſtenda, che nel piccolo tratto del Canal nuovo, e ſe ne poſſano levare facilmente a mano gl' interrimenti.

In tempo poi di Acque chiare, ſi aprirà l'una, e l'altra Chiavica, e ſi darà il corſo all'Acqua ſino al Mulino, la quale potrà talvolta, cioè in tempo d'abbondanza d'Acque, eſſer forſe baſtevole al macinare, ſenz'altra manifattura.

In tempo di ſcarſezza d'Acqua ſi dovrà ſoſtenere il pelo del Fiume, affinchè entri in ſufficiente altezza per la nuova Chiavica. A tal'uſo potrà qualche volta baſtare, riſtringer la larghezza della ſezione del Fiume immediatamente di ſotto alla nuova Chiavica, e di ſopra al Ciglio della Chiuſa co'ſoliti Tavoloni, i quali dal fianco ſiniſtro della Chiuſa ſi eſtendano ad un pilone di Muro fabbricato a tal'uſo ſopra la ſommità di eſſa, ed alto piedi 4. incirca, entrando il gargamme nell'uno, e nell'altro ſtabile (34). Ma perchè il più delle volte non riuſcirà col ſolo riſtringimento di alzar l'Acqua abbaſtanza, ſi potrà per ora ſeguitare a praticare il ſolito Argine, o Cavedone di terra. Per altro ci riſerbiamo di ſuggerire con maggior comodo un provvedimento più ſtabile, e più ſpedito, che ſi va diviſando per tal'effetto, e con ciò riſparmiare la ſpeſa del detto Argine, e il ritardo al macinare.

Se-

perchè vada alla Chiavica della Mattamolla a Tamariſi ne' nuovi fiumi, ed il ſiniſtro da tenerſi aperto ed uſarſi nel ſolo tempo delle acque chiare, il qual condotto dovrà aprirſi a canto la muraglia della Città ſino al nuovo naviglio.

(34) Eſſendoſi tenuto, com' è ſtato notato al numero (18) il ciglio della Chiuſa più baſſo della coltellata della Chiavica nel Montone abbandonato inſerviente al Mulino vecchio p. 8. 8. 8, cioè once 4 ed un punto meno dello ſtabilitoſi nelle ultime riforme fatteſi dal Sig. Manfredi, ſi dovrà fare un alzamento ad eſſo ciglio di once cinque, indi ſi avranno ad abbaſſare i catini del Mulino da un piede ſe non più, potendoſi ciò ben fare da che il Ronco dopo la diverſione è rimaſto del tutto vuoto di acqua, ed in tal maniera ſenz'altro argine o Camminelli che vorrebbero eſſer fatti nell'alto del labbro della Chiuſa, ſi renderà macinante il Mulino vecchio, e quando in vece di un tal provedimento che ſi reputa il più facile, ſi voleſſe introdurre i Camminelli, ſaranno da piantarſi alcuni ſtanti di marmo per i medeſimi, e diſporvi un ponticello di legno per chiuderli ed aprirli ſecondo il biſogno.

Secondo le Livellazioni da Noi fatte, e riſcontrate con ogni eſattezza, baſterà ſoſtenere il pelo di queſt'Acqua piedi 1. 7. ſopra il ciglio della Chiuſa, perchè il Mulino poſſa macinare a Botte; perocchè in tale ſtato il pelo riſtagnato dalle portine del Mulino, ſi equilibrerà in un medeſimo livello con quello del Fiume alla nuova Chiavica, e queſto pelo ſarà alto piedi 2. 5. ſopra la Soglia delle dette Portine, ch'è quell'altezza maggiore, a cui poſſono contenerla gli Argini del Canale ſuperiore al Mulino.

Atteſo ciò, baſterebbe, che l'Argine da farſi attraverſo il Fiume foſſe alto ſopra il ciglio della Chiuſa piedi 1. 7, ma per ogni impenſato accreſcimento d' acqua, e ſempre chiara, che poteſſe darſi, ſi potrà fare alto piedi 2. 2., e dandoſi tal caſo, il Mulino macinerà ſeguitamente, e dovrà aprirſene lo ſfogatore, affinchè l'acqua non ſormonti gli Argini del Canale, oppure abbaſſar di nuovo il pelo del Fiume, con levar d'opera uno, o più dei Tavoloni predetti.

Nè quì, per accreſcer l'altezza del detto Argine, avrà più luogo il riguardo di poter ſoſtenere una piena mezzana del Fiume, che ſopraggiungeſſe, perchè non dandoſi piene ſenza torbida, dovrà in tal caſo il Mulino aſſolutamente ceſſare dal macinare, e dovrà chiuderſi la nuova Chiavica, laſciando, che l' acqua demoliſca l' Argine; anzi ſi dovrà eſpreſſamente proibire, che queſto non ſi faccia mai più alto de' predetti piedi 2. 2. acciocchè venga toſto ſormontato, e aſportato da qualunque principio di piena; il che toglierà eziandio le querele degli Adjacenti ſuperiori, i quali ora con qualche ragione ſi dolgono (35), che per la grande altezza, che al preſente ſi dà al detto Argine, ſtieno in collo le Fiumane, e poi nel demolirlo, che fanno, tirino ſeco colla gran caduta acquiſtata, le ripe ſuperiori.

Pare a prima viſta, che togliendoſi al Mulino vecchio l'uſo della torbida, ſia per averſene più ſcarſo ſervigio di quello, che ora ſe ne abbia; ma queſto timore non ſi troverà ben fondato, ſe attentamente ſi paragonerà lo ſtato nuovo col preſente.

(35) La qual altezza della Chiuſa non potrà mai pregiudicare a' riguardi de' poſſidenti ſuperiori, avvegnacchè riuſcirà all'incirca di livello col fondo vecchio del Montone, e col vantaggio della chiamata del declivio della Chiuſa, eſſendoſi oſſervato che dopo la diverſione le piene di molto non arrivano agli antichi ſegni.

te. Venendo torbido il Fiume, ſuppoſto, che l'Argine reſiſta alla Fiumana, che ſpeſſe volte non vi reſiſte, oppure che, ſquarciandoſi, reſti ancora tanto d'acqua da ſervire alla Macina, non però in tale ſtato ſempre ſi può macinare, mentre baſta, che il Ronco, in cui queſt'acqua ſi ſcarica, corra nel ſuo letto in altezza di 3. piedi, per annegar il Mulino, il qual caſo ſi può credere, che ſpeſſe volte ſucceda, maſſimamente in Inverno, e più in Primavera allo ſcioglierſi delle Nevi, le quali mantengono alle volte per ſettimane, e meſi una mezza piena perpetua. In oltre nel preſente ſtato di coſe, neppure ſempre ſi macina, ove le acque ſieno chiare a cagione del lungo tempo, che convien perdere a fabbricar l'Argine. Noi ſteſſi lo abbiamo veduto nel noſtro ſoggiorno in Ravenna, diſtrutto da una piena di Agoſto, non poter eſſere interamente riparato, che li due Ottobre, onde il Mulino ceſsò più d'un Meſe dal ſuo officio; e appena lo ripigliò nel predetto giorno, che l'Argine per poco non fu di nuovo aſportato da un' altra piccola piena, che ſopraggiunſe. Di queſti caſi ſi può conſiderare quanti ogni anno ne accadano, onde, computando il tutto, il Mulino, non macina aſſolutamente per la metà dell'anno, nè forſe per la terza parte.

Nel regolamento, che ſi propone, non dovendo farſi, che un Arginello di piedi 2. 2., ſi potrà perfezionare l'opera in uno, o due giorni, e toſto ripararla, quante volte ſarà diſtrutta dalle piene, nè vi ſarà più timore, che altre acque inferiori facciano peſcare il Mulino, perchè queſto ſi ſcaricherà ſopra un pelo d'acqua poco più alto di livello del Mare, onde egli macinerà quante volte il Montone avrà acque chiare, che vuol dire per la maſſima parte dell'anno (36), e ſi

(36) E circa alla facilità della molitura, ſeguirà queſta anche meglio di prima, eſſendoſi anche abbaſſata la Chiavica di ſfogo di detto Mulino al Ronco, di modo che potrà quaſi ſempre macinare a foce aperta.

Prima di laſciar la conſideraaione di queſto Mulino, che è di una inſigne e ragguardevole fabbrica, ſi vuole quì addurre certa quanto lepida, altrettanto ſenſatiſſima iſcrizione, fatta da Girolamo Donato, celebre Soggetto fra i rinomati Letterati del ſuo tempo, e Preſidente della Provincia della Romagna per la Veneta Repubblica, che nel Secolo decimoquinto ne era in poſſeſso. E' ſteſa deſſa in marmo nella facciata dell'edificio a fianco della Porta maeſtra, e contiene in una ſpecie di Legge e d'avvertimento circa a' Mugnaj, quanto ſegue

HIE-

e ſi potrà abbaſſare a piacere la ſoglia della Chiavica di ſfogo di eſſo Mulino nel Ronco, anzi laſciarlo sboccare a foce aperta.

Aggiungaſi, che quando queſto Mulino macinerà a Botte, come per lo più ſuccede, il pelo ſuperiore non ſi abbaſſerà così ſollecitamente, come ora fa all'aprirſi delle portine, atteſa l'ampiezza del Vaſo, che gli farà Botte, e ſarà tutto il tratto del Canal preſente, tutto quello del nuovo, e quello finalmente dell' Alveo ſuperiore del Montone per la lunghezza di oltre un miglio di ſopra alla Chiuſa: laddove al preſente il riſtagno fatto dalle portine fino al detto livello, neppure arriva per lo Canal ſuperiore fino alla Chiavica ſul Montone: atteſi gl'interrimenti, che inevitabilmente egli ſoffre, per darſi adito alla Torbida. Potrà dunque durarſi a macinare prima di votare la Botte per molto più lungo tempo, che ora non ſi fa, oppure ſi potrà macinare a 3. e 4. poſte con quell'altezza di Botte, con cui ora ſi macina ad una, o due. E ſebbene in ricompenſa più tempo vi vorrà ad empiere il Vaſo predetto, ſi potrà fare tal riempimento nelle ore della notte, e macinar ſeguitamente le intere giornate, buona parte delle quali ſi ſpende ora nell'aſpettare, che ſi riempia la Botte, la quale ogni 3. o 4. ore è vota.

Paſſando al regolamento de' due Mulini, Nuovo, e del Macello, compita la diverſione de' Fiumi, dovraſſi nell'Argine ſiniſtro dell' alveo comune di eſſi un poco di ſotto alla confluenza fab-

HIERONIMVS. DONATVS. PRÆSES
A. FVNDAMENTIS. RESTITVIT.

INSTITOR. MOLENDINARIVS. DILIGENTER. MOLAS. ET. RELIQVA. INSTRVMENTA. CVRATO. FRVMENTA. CITRA. DOLVM. ET. SVPINAM. INDILIGENTIAM. SERVATA. ET. MOLITA. RESTITVITO. PRETER. CVPVLAM. NIHIL. EXIMITO XL. NVM. EXSOLVITO. COLLUM. ET. MANVS. AMBAS. IN. COLVMBARI. CONCLVSAS. PER. DIEM. LEGITIMAM. TENETO. SED. HEVS. TV. QVI. MOLENDA. FRVMEN. CONTVLERIS. EDICTO. NE. FIDITO. MANVS. OCCVLATAS. HABETO. ET. SCITO. INSTITORES. MOLENDINARIOS. EX. EDICTO. PVNIRI. POSSE. NON. CORRIGI.

1493.

fabbricare altra Chiavica (37), e derivarne un Canale della larghezza del Canal ſuperiore di eſſi Mulini, il quale ſi farà rientrare poco dopo nell'alveo abbandonato del Ronco, e ſi condurrà per eſſo a canto alla ripa deſtra, ſino alla preſente Chiavica de' Mulini, continuandolo col Canal ſuperiore di queſti, che dovrà eſpurgarſi dagl'interrimenti. La Soglia della Chiavica da coſtruirſi, ſi potrà fare alta un mezzo piede più di quella del-

(37) Al cangiamento del ſito del Porto, ſi è cangiata anco l'idea di condur l'acqua dalla confluenza per il Ronco abbandonato al Mulino nuovo, o ſia ſtato per la ſpeſa che importava, oppure perchè diſegnandoſi allora di non più ſervirſi de' Mulini ordinarj della Città, o al più del Vecchio, e volendoſene uno da macinar in ogni tempo ne' Prati della Lama oltre delle nuove linee, è reſtata affatto giacente la noſtra propoſizione; ma sboccato che fu il Ronco nel nuovo alveo, ha macinato bensì il Mulino vecchio per molti meſi, atteſa l'umida ſtagione corſa, quanto poteva baſtare per la Città; ma divertito poi anche il Montone, nè regolato il ciglio della Chiuſa, nè abbaſſati i Catini del detto Mulino, ſono rimaſti tutti e tre i Mulini immacinanti con grave danno della popolazione; finalmente dal zelo dell'Eminentiſſimo Sig. Cardinale Marini Legato, è ſtato ripoſto in un conveniente moto il Mulino nuovo coll'acqua del Montone preſa alla Chiuſa, e fatta paſſare nel Ronco abbandonato, ed in ora con la regolazione 1740, quando reſti effettuata, può ſperarſi rimeſſa anco in tutti e tre i Mulini, la molitura nel modo che ſegue: Si vuol prender l'acqua del Ronco al Chiavicone Spadoni, collocato ſulla ſiniſtra di queſto fiume in diſtanza di ſei miglia da Ravenna, dovendoſi fermar prima l'acqua di detto fiume con lavoriere amovibile all'altezza di piedi 2 e mezzo in circa, conducendola poſcia con canale proprio ſino a paſſar ſotto la Lama con Botte, indi con alveo a queſta parallelo portarla ſotto alla Chiuſa nella Botte ivi eſiſtente; tradotta poſcia alla ſiniſtra del nuovo Montone ſi porterà al Mulino nuovo, ed in tal modo la detta Botte della Chiuſa che ſervir doveva per lo ſcolo della Lama e Canaletta, ſervirà a queſto altro eſſenzialiſſimo uſo del Mulino nuovo, ed occorrendo anco, com'è ſtato detto al num. 24. in ogni incontro di creſcimento del fondo de' nuovi fiumi, anco il detto ſcolo, potrà ſempre eſſer ſotto di eſſa Botte recapitato, non oſtante quell'acqua che all'uſo predetto veniſſe derivata dal Chiavicone Spadoni; queſt'acqua poſcia così condotta, ſe torbida, dopo aver animato il Mulino nuovo, dovrà paſſare alla Chiavica della Mattamolla a Tamariſi per il vecchio Panfilio ne' nuovi fiumi, e ſe chiara, col mezzo di certo Taglio da munirſi con Chiavica, ſi farà paſſare attraverſo del Ronco abbandonato, come baſtantemente lo eſprime la Mappa anneſſa, al nuovo Porto, e pertanto il detto Mulino ſarà ridotto a macinare in tutti i tempi: vantaggio che non ſi aveva eſeguendo le prime idee da noi concepite.

della preſente Chiavica ſul Ronco all' uſcir dell'acqua nel Canale, e con ciò riuſcirà a un dipreſſo eguale in altezza al fondo ſtabilito del nuovo alveo. Si darà al Canale la cadente del predetto mezzo piede dall'una all'altra Soglia, e gli argini, che dovranno contenerne le acque, ſi faranno alti piedi ſei ſopra il fondo di eſſo.

Si avrà per maſſima inviolabile di non far mai entrare in queſto Canale acqua torbida, e perciò in tempo di Fiumane, o ſien del Montone, o del Ronco, ſtaranno chiuſe le Porte tanto della nuova, quanto della preſente Chiavica; anzi ſarà cura de' Cuſtodi il chiuderle, qualunque volta ſi avrà probabilità, che ſopraggiunga nell'uno, o nell'altro Fiume qualche elevazione di torbida.

In acque chiare ſi potranno queſte condurre ai due Mulini, ſoſtenendole ad un'altezza non minore di piedi 5. 2. ſopra la Soglia della nuova Chiavica, tanto richiedendoſi per far giungere l'acqua ſu le Soglie de' due Mulini all'altezza neceſſaria per macinare a Botte. L'acqua così alzata rigurgiterà nel Ronco per 5. miglia incirca al diſopra, e nel Montone ancora fino alla Chiuſa, ſenza però ſormontarla, ma con reſtare più baſſa della ſommità di eſſa un piede, e 3. once incirca.

Per ottenere il predetto alzamento ſi potrà continuare per ora l'uſo de' Tavoloni, e dell'Argine, o Cavedone nella maniera poc' anzi detta (38), non permettendoci ora l'anguſtia del tempo di

(38) Fu progettato da me nel 1733 nella Relazione a ſtampa indrizzata al Sig. Cardinale Maſſei, col titolo di *Metodo eſecutivo di tutte le operazioni* al §. *Ma perchè una volta finalmente ec.* quanto ricercavaſi per ſoſtituire un valido, benchè amovibile riparo all'argine, ch'era ſolito farſi nelli due fiumi a motivo delle macine, dovendoſi per queſte inalzar l'acqua ſino ad un certo ſegno; conſiſteva il ripiego nel *piantar 9 pilòni di buona muraglia con ſua platea e battenti, da' quali reſtando diviſa tutta la larghezza del fiume in dieci vani, di larghezza una pertica e mezzo per ciaſcuno, doveſſero ricever i Tavoloni per i Camminelli:* dichiarando che a maggior facilità ſi avrebbe potuto porre de' Tavoloni verticali o bolzoni ordinarj ne' 4 vani a canto le rive, cioè due per parte, e negli altri ſei porvi la travata o pianconatura diſteſa orizontalmente da eſſere e queſta e quelli levati prontamente ad ogni piena, ed avendo nella Relazione 1739 verſato di nuovo circa alla formazione di tali pilòni, ordinai al Capo maſtro, quello ſteſſo che formato aveva il gran Ponte, di minutare la ſpeſa, il quale dopo fatte le neceſſarie oſſervazioni calcolò che ogni pilòne, ſarebbe coſtato Scudi 494. 62, e fra tutti Scu-

di digerire quanto ſi va penſando intorno ad altro modo più facile, e più ſicuro di queſto. Ma quì l'Argine dovrà avere almeno la detta altezza di piedi 5. 2. ſopra il fondo del Fiume, anzi di piedi 6. per ogni buon fine, e più ancora, ſe ſi deſſe caſo, che il fondo de' Fiumi uniti s'abbaſſaſſe ſotto la cadente del Profilo; onde ſarà queſta opera di maggior manifattura di quella, ch'è neceſſaria per l'altro Mulino, ma non però maggiore di quella, che ora ſi fa per queſti due, de' quali parliamo, tenendoſi ora l'Argine anco più alto, per reſiſtere a qualche eſcreſcenza del Ronco, e per condurre eziandio la torbida al Mulino del Macello, il che nel nuovo regolamento non dovrà più aver luogo.

Il gran Vaſo, che dovrà empierſi d'Acqua, per farla giungere alla detta altezza, richiederà lungo tempo; ma ſiccome oltre l'Acqua del Ronco, la quale è quella ſola, che oggi ſerve a queſti due Mulini, qualche parte ve ne ſarà di quella del Montone avvanzata all'altro Soſtegno del Mulino vecchio, così il tempo non dovrebbe riuſcire troppo più lungo di quello, che ora s'impiega per far Botte a queſti ſteſſi Mulini, maſſimamente ove i Tavoloni, che ſi metteranno in opera per fare il riſtagno, ſi ſpianino, e ſi combacino uno con l'altro eſattamente, nè laſcino uſcire dal vaſo alcuna notabile quantità di acqua.

E' da avvertire, che ſebbene nel fondo ſuperiore del Ronco ſtabilito alla baſſezza, a cui dovrà ridurſi, rigurgiterà l'Acqua oltre a 5. miglia, come ſi è detto, e con ciò giungerà a parti più lontane di quelle, alle quali giunge di preſente (ch'è poco oltre la Colonna di Gaſtone di Foix) nulladimeno l'altezza aſſoluta del livello di queſt'Acqua riſtagnata, ſarà la medeſima, a cui ora ſi riſtagna, nè i Poſſidenti ſuperiori dietro al Ronco potranno, come ora, dolerſi della troppa altezza dell'Argine, mentre quello, che ſi farà non eccederà il puro biſogno de' Mulini, nè dovrà ſtare a prova delle Fiumane, anzi giungendo que-

Scudi 4450, e la Chiavica e fianchi alla deſtra altri Scudi 4000, che ſommavano in tutto 8450 Scudi, ma per varj incidenti nulla eſſendoſi dipoi fatto, e sboccatoſi anco il Montone nel nuovo alveo, ſi è poi ridotta l'eſecuzione di ſimil progetto e troppo difficile, e di aſſai maggior diſpendio; quindi ſi è penſato alla preſa dell'acqua al Chiavicone Spadòni: operazione aſſai più facile, di moderato diſpendio, e ſicura.

queſte, ſi dovrà, per quanto ſia poſſibile, cooperare a demolirlo.

Coll' acqua così ſoſtenuta macinerà a Botte non ſolo il Mulino nuovo, ma in parte eziandio quello del Macello, abbaſſandone le Soglie ſuperiori (39), e i Catini once 4, come ſi è detto all' Articolo 13. mentre l' acqua contenuta in un sì gran Vaſo, non potrà, che lentamente votarſi, ancorchè oltre le Portine del Mulino nuovo, s' aprano quelle del Macello.

Nè dovrà riputarſi di pregiudizio per queſti due Mulini, che quello del Macello, il quale altre volte macinava colla torbida, debba, non meno, che il Nuovo, ceſſare in tal caſo dal ſuo officio; Imperocchè da una parte ſi compenſa queſto difetto dal poter egli nel regolamento, che ſi propone, macinare ad un tempo ſteſſo, che il Nuovo, con acqua chiara, il che non mai, o rariſſime volte faceva per l'addietro; e dall' altra parte il caſo, che egli macinaſſe colla torbida, non era, che aſſai raro, per l'impedimento, che trovava al ſuo ſcarico nello ſteſſo Ronco, il cui pelo anche baſſo dirimpetto al Mulino (come dalle Livellazioni abbiamo riconoſciuto) per l'alzamento ſeguito del fondo, ſi ſoſtiene a tanta altezza, che baſta per renderlo immacinante, annegandone i Catini, ſeppure l' altezza dell' acqua nel Canal ſuperiore non foſſe tanta da vincere la reſiſtenza dell' inferiore; caſo, che non può darſi, ſe non viene una Fiumana, e allora per lo più ſi ſquarcia l' Argine, e il Ronco dirimpetto al Mulino piucchè mai ſi alza, e totalmente lo affoga. Noi abbiamo oſſervato quanto ſia facile il ceder dell' Ar-

(39) Quanto al Mulino del Macello, non riputandoſi in ora neceſſario, ſi potrà laſciar ſenz' alterazione, da poterſene ſervire quando pur anco ſi credeſſe che i due Mulini Vecchio e Nuovo non ſuppliſſero al biſogno della Città; nel qual caſo avrà ad eſſer abbaſſato ne' ſuoi Catini, e ſi ricercherebbe una piccola botte ſotto il canale dell' acqua torbida del Mulino vecchio, che gli paſſerà a canto, onde portarſi la chiara di eſſo Macello verſo il nuovo Porto, ed in tal modo ſarebbe ridotto a macinare e con acqua chiara e torbida; Che ſe ſi vorrà con queſta ſola la di lui molitura, non ſi avrebbe che ad abbaſſar i Catini, potendoſi ciò ben fare, rimanendo ſenz' acqua il Ronco, ed il canale dell' acqua torbida del Mulino vecchio, convenientemente baſſo in ogni ſtato di acqua, ſe pure non ſi amaſſe meglio di ridurlo a ruote verticali, come ſi coſtuma in tutto lo Stato Veneto ed altrove ancora, ed allora macinar potrebbe con aſſai meno corpo di acqua.

Argine ad ogni mezzana piena, in occaſione di quella del dì 9. corrente, che portò un' accreſcimento di Acqua nel Ronco non più che per due piedi, e ciò non oſtante l'Argine, il quale dopo più d'un meſe di lavoro era ſtato pochi giorni prima compito, ſi rilaſciò nel ſuo attacco al Pilone, e convenne, che il Mulino nuovo ceſſaſſe dal ſervigio poco prima ripigliato, finchè la rottura foſſe ſaldata.

Stimiamo dunque, che col preſente progetto non ſolo non venga diminuito, ma reſti vantaggiato l'uſo di tutti e tre i Mulini, non oſtante, che niuno di eſſi debba macinare ad acque torbide. Ma perchè la Città aſſolutamente deſidera, che non ſi ceſſi in tale ſtato dal macinare (40), abbiamo nell' Articolo 14. propoſto di ſupplire a ciò coll'edificio di uno, o due Mulini, da coſtruirſi al Montone, quando l'eſperienza ne faccia conoſcere la neceſſità. La diſtanza di eſſi dalla Città non ſarà più, che 2. miglia, ch'è quanto ſi può ragionevolmente deſiderare, e quanto noi troviamo di poter accordare colla ſalvezza del Porto, e con tutto il ſiſtema del regolamento propoſto.

L' acqua per queſti Mulini ſi dovrà prender con Chiavica dalla deſtra del Montone, mezzo miglio incirca ſuperiormente alla nuova Chiuſa, e farſi rientrare nel medeſimo Fiume, con altra Chiavica inferiormente a quella, paſſando, come ſi è detto, per Ponte Canale ſopra il Condotto della Lama, e i Mulini ſi collocheranno a 25, o 30 pertiche dallo sbocco. La caduta del pelo del Fiume tra queſti due termini ſarà intorno a 5. piedi, ch'è ſufficiente per lo macinare d'un Mulino, o pur di due, ſe ſi vuol prender l'acqua per un più largo Canale, e dividerla in due rami. Non ci diffonderemo nelle miſure appartenenti alle Chiaviche, nè al Canale, o agli Edificj, perchè niente può occorrere in ciò, che comunemente non ſia noto, e che non ſe ne vegga l'eſempio in altre ſimili fabbriche, o ſu queſti medeſimi Fiumi, o ſu gli altri della Romagna. Durante il colmo delle Piene maggiori, dovranno ſtar chiuſe amendue le Chiaviche d' imbocco, e d'isbocco, non potendoſi allora macinare per lo troppo impeto dell'acqua ſuperiore, e per la troppa altezza dell'inferiore.

I me-

(40) Ridotti i due Mulini della Città a macinare e con la torbida acqua e con la chiara, rimane ſuperfluo il penſare alla fabbrica di alcun altro Mulino, com' eraſi progettato in queſto paragrafo.

I medeſimi Mulini ſi potrebbero far macinare, quando anche l'acqua del Montone foſſe chiara, ma ſtimiamo, che allora ſi vorrà piuttoſto condurla al Mulino vecchio, come più comodo alla Città, ſoſtenendola, come di ſopra ſi è ſpiegato; onde in tale ſtato dovrà diligentemente ſerrarſi la Chiavica all' imbocco, acciocchè entrandone qualche parte nel nuovo Canale, non ſi ritardi l' elevazione di quella, che ſi vuol condurre al Mulino vecchio.

Benchè la Chiuſa da noi propoſta ſia in tal'altezza da non far elevare ſenſibilmente il fondo ſuperiore del Montone, nulladimeno avendone noi oſſervati gli Argini ſuperiori molto baſſi, e molto deboli, ſtimiamo indiſpenſabile alzargli intorno a un piede, e ingroſſarli debitamente: lavoro neceſſario a farſi anche preſcindendo dall'impreſa della Diverſione.

Intorno al condurre l'acqua del Montone preſſo alla Città (41), come Bevanda ſperimentata più ſalubre di quella de'Pozzi, niente abbiamo da aggiugnere a quello, che ſe n'è detto all' Articolo 15, ove abbaſtanza ſi è ſpiegato ciò, che dovrà praticarſi.

(41) Non è ſtata condotta l'acqua del Montone per bevanda della Città nel dubbio, che dalla gente diſattenta non reſtaſſe coinquinata col ſervirſene per altri uſi; ma viene ſupplito a tal eſigenza con certe buche che ſi formano nell'alveo abbandonato di eſſo Montone, che danno acqua quanto baſta, e di buona qualità per l'uſo predetto.

CAPO QUARTO.

Alcune notizie circa i Porti di Mare, con il modo più ſicuro di formarne uno alla bocca de' Fiumi in luogo di quello del Candiano, che ſi dà perduto.

IL Porto del Candiano, unica ſtrada, per cui ſi mantiene aperta la comunicazione col Mare, ed il qualunque Commercio, che pur gode la Città di Ravenna, eſſendo egli da qualche anno in qua con ſenſibili deterioramenti, ha chiamato tutte le noſtre applicazioni, per rintracciare ed il vero di lui ſtato, e le cagioni degli accaduti ſconcerti, onde poterſi nel miglior modo provvedere all'eſenzialità di che ſi tratta.

E perchè nulla più abbiamo creduto, che illuminar ci poſſa, che il vivo, e fedele eſempio degli altri vicini Porti di queſta Spiaggia; quindi ſi ſono voluti viſitare tanto quegli ſopra, che ſottovento di queſta Foce, perchè dalla varietà degli accidenti, che ci ſono preſentati d'avanti, poteſſimo trarre ſicuro argomento, onde porre eſſo Porto nel migliore poſſibile ſiſtema; perſuaſi, che la di lui conſervazione tende direttamente ad accreſcere il luſtro alla Città, l'erario al Principe, e la dovizia a tutta la Provincia.

Coſtantemente dunque ci è accaduto di oſſervare quanto coll' intelletto, ſul fondamento dell'eſperienza, ci andavamo già figurando, vale a dire, che nulla più può contribuire all'atterramento de' Porti, che le torbide de' Fiumi, e che mai Fiume torbido, non reale, e che abbia del torrente può da ſe formare, e mantenere Foce aperta ai Naviganti ſul Mare; e che per lo contrario anche poche acque chiare, che ſieno o dolci, o ſalſe, e più queſte di quelle, godono ſempre di un tal privilegio, e vagliono a conſervarſelo, ſe la natura, od altro non ſturbaſſero ſovente il loro operare.

Eſporremo brevemente a Voſtra Eminenza quanto ci pare poter eſſer ſufficiente, perchè ſi comprenda l'idea generale dell'affare in quiſtione.

Tre movimenti ſenſibili, e potiam dire coſtanti, hanno nel Golfo Adriatico le acque del Mare, cioè di fluſſo, e rifluſſo, e di radente il Lido. Coſpirano i due ultimi inſieme ſu le bocche

de' Porti di acque ſalſe, o dolci, ma chiare: Il primo del fluſſo incontra il terzo radente ad angolo quaſi retto, e lo ſoſpinge al Lido, ſenza che ſenſibilmente lo debiliti, onde ne naſce, che come alternativamente vanno i due primi di creſcente, e di decreſcente ſuccedendoſi, così l'ultimo con forza coſtante ſuſſiſte ſempre.

Da ciò ne deriva, che le ſabbie del Mare, o tirate da' proprj cupi fondi dalle burraſche, o portate da' Fiumi, ſieno ſempre ſpinte da Tramontana in Oſtro, dirimpetto le Foci predette de' Porti ſalſi, o dolci, ma però d'acqua chiara.

Quanto a quelli di acqua torbida de' Fiumi, o ch'eſſi ſono reali, o perenni, oppure temporanei; ſe della prima ſpecie, non mai valendo il moto ordinario del fluſſo del Mare a far rivolgere in contrario ſenſo il loro corſo, ne proviene, che ſolo ritardano in tal tempo la propria velocità, e s'ingroſſano a qualche diſtanza dalla Foce nel proprio Alveo; ma ſe l'energia del loro corſo vale a ſuperare il momento della creſcente, molto più riescono a portata di tagliare, e ſoſtenere il moto radente; che però reſtando il Mare alla loro deſtra con niuno, o pochiſſimo moto, hanno campo le torbide di quivi deporſi, e ne ſorgono preſtamente gli ſcanni, ed alla loro ſiniſtra fermano ſolamente le arene ordinarie del Mare, ſeppure alcun' altro Fiume ſuperiore non ſomminiſtra nuova materia anche a queſta parte. Ma eſſendo ſempre in minore quantità la naturale torbida portata dal Mare lungo i Lidi, di quella portata dal Fiume nelle piene, e mezze piene, maggiore anche per neceſſaria conſeguenza eſſer deve lo ſcanno ſotto, che ſopravvento, cioè a deſtra, che a ſiniſtra, ed a miſura della forza del corſo del Fiume, maggiore ſuccede la protrazione di eſſo ſcanno verſo il Mare.

E perchè laddove l'acqua corrente del Fiume trova minor reſiſtenza, ivi ſi volge, perciò ſorgendo lo ſcanno a deſtra più alto, e più lungo, e prima del ſiniſtro, però le Foci de' Fiumi rivolgono per ordinario ſu queſta noſtra ſpiaggia a ſiniſtra il loro corſo, che nella decreſcente viene poi fatto più vegeto dall' alzamento delle proprie ſezioni acquiſtate durante l' alta Marea.

Quanto al radente, è queſti forzato a ſcoſtarſi dal Lido per quel tratto, che dura l'energia del rifluſſo, facendo queſti in tal tempo l'uficio di un vero oſtacolo alla detta correntìa, paſſato il quale ritorna poſcia ad accoſtarſi piucchè può alla ſpiaggia.

Ma ſe un tal Fiume aveſſe per avventura lo sbocco di un'altro torbido ſopravvento, e verſo Tramontana, in tale ſtato, potendoſi da queſto contribuire molta ſabbia alla parte ſiniſtra dell'inferiore, potrà per un tal'accidente accadere, e che lo ſcanno ſuperiore ſia o maggiore, o eguale all'inferiore, o pur anche aſſolutamente più dilatato, ed avvanzato verſo il Mare, e che il Fiume in vece di volgere lo sbocco ſopravvento, lo rivolga ad Oſtro, e ſottovento, come è accaduto a tutte le bocche del Pò grande dal Cammello in giù, e ſpecialmente a quella di Goro, ed allo ſteſſo Lamone nelle vicinanze di queſti Lidi, benchè il ravvolgimento della Foce allo Scirocco di queſt'ultimo, poſſa anche eſſer accaduto dall'aſciuttarſi, che fa, o del tutto, o quaſi del tutto eſſo Lamone nel proprio Alveo, e così durare molto tempo, dando luogo al Mare di occupar la di lui Bocca, e di rivolgerla a ſuo talento ſottovento ſecondo alle leggi degli sbocchi delle acque ſalſe, che ſempre ſi rivolgono verſo Oſtro a roveſcio de' Fiumi predetti.

Accade ciò, perchè lo ſcanno non ſi potendo formare, che dalle ſabbie del Mare provenienti da Tramontana, e non potendo eſſe oltrapaſſare nel rifluſſo la correntìa di queſte acque, le depongono a ſiniſtra (42). Così va ſuccedendo in tutti i Porti formati dalle Lagune ſalſe, o dolci che ſieno, come accade alla Bajona, ch'è un Porto, che prende le acque, e non in poca quantità dalle Valli, alla deſtra del Lamone, e queſta ſta rivolta con la ſua Foce allo Scirocco.

La Foſſina, altro Porto di queſta ſpiaggia, guarda il Levante, reſtando in eſſa dalla detta Bajona, che le ſta troppo vicina, ed a cavaliere, alterati gli effetti, che produrrebbe. Il Savio, Fiume torbido, ed impetuoſo, ſeguendo la legge, che a lui compete, ſi è trovato con lo sbocco aſſai prolungato, e volto a Tramontana. In ſomma, ſe particolari circoſtanze non intervengono, non mai ſcorgeſi alterato il detto ſiſtema, anzi coſtantemente oſſervanſi adempite le leggi, che dalla combinazione di molti fenomeni ſi è fiſſata la natura.

Dalle

(42) Del 1731, così ſtava rivoltata la bocca della detta Bajona, eſaminataſi da noi con la diligenza maggiore col mezzo di ottimo ago calamitato, in ora atteſi i molti lavorieri praticatiſi dopo il 1737, tiene lo sbocco verſo Greco, e la Foſſina ſi è fatta unire con opere di palificate alla detta Bajona, formandoſi di due, un ſolo Canale.

Dalle conſiderazioni generali diſcendendo alle particolari, a motivo di concretar poſcia la propoſizione, che ci ſiamo preſa a maneggiare, ſi ſono vedute le Bocche sì antiche, che moderne de' due fiumi Ronco, e Montone, per le quali, dopo aver corſo quattro miglia uniti, tributano al Mare le proprie acque. Queſti, che prima di dieci anni sboccavano ſopravvento verſo certo Porto chiamato Pialaſſa, furono con breve taglio di ſole 60. pertiche gettati ſottovento, coll' averſi loro accorciato il cammino per ben due miglia, colla luſinga di un gran ſollievo alle loro eſcreſcenze, ridotte intollerabili; il che non eſſendo ſucceduto, che per poco tempo, n'è poi derivato altro eſſenzialiſſimo diſordine, cioè l'atterramento del Porto del Candiano, malgrado tutte le acque chiare, che in eſſo cadono, e le palificate con grave diſpendio mantenute alla bocca del medeſimo.

La natura, che collo sbocco de' fiumi verſo la Pialaſſa, e con i gran banchi, che aveva ſtabilmente piantati ſottovento di quelle Foci, era venuta a formare una vera, e reale difeſa al Candiano, che reſtava a coperto dalle ſabbie portate da eſſi Fiumi nell'eſcreſcenze, col nuovo predetto taglio, ridotto più vicino al Porto lo sbocco, e quel ch'è peggio, laſciati in balia del Mare gli ſcanni dai fiumi dilatatamente formati, ſono ſtati queſti dalla corrente del Mare disfatti, e portati ſottovento in tutto il tratto, che giace fra quello sbocco, ed il Candiano predetto, ed hanno sì fattamente aſſediata la di lui bocca, che in baſſa di acqua appena ve ne reſta tanta da coprire ſottilmente lo ſcanno, che gli ſta a fronte.

E vaglia il vero, riconoſciuto da noi lo sbocco de' fiumi, oltrechè lo abbiamo ritrovato ne' ſoli dieci anni antedetti, protratto per lo ſpazio rifleſſibile di ducento e trenta pertiche; quello che poi ci ha fatto toccar con mano la vera origine della perdita del Candiano, ſi è lo sfaccimento degli ſcanni della gran punta ſopravvento, ridotta adeſſo quaſi in retta linea col Lido della Pialaſſa, quando per lo innanzi ſporgeva più di queſta da un miglio in Mare.

Nè contenti di aver viſitati queſti ſiti, abbiamo voluto vedere anche la ſpiaggia, che ſino al Porto predetto ſi diſtende, e queſta pure l'abbiamo trovata a proporzione ingroſſata, coſicchè in tal luogo il Mare adeſſo non arriva che a 100. pertiche lontano, da dove prima di dieci anni batteva il Lido.

Se tali dunque ſono a noſtro credere le indubitate cagioni della

rovina di queſto Porto, dopo fatte le più mature ponderazioni, ed accurati eſami di tutte le più rimarcabili circoſtanze, non ci è ſtato poſſibile di penſare a rimedj tali, coſicchè laſciando il Porto nel ſito in cui adeſſo ſi ritrova, ſi poſſa dal noſtro oſequio proporre il di lui riſtabilimento in modo che ſia durevole, ed abbia nell'avvenire a renderſi anche migliore di quello era in paſſato, tale eſſendo e la pubblica giuſtiſſima premura, e l'eſigenza di queſta Città, cui abbiamo l'onore di ſervire.

Innanzi però, che ci interniamo di vantaggio nell'individuale del progetto, ſiaci lecito di ſpiegarci, che per Porto in tutta la ſpiaggia dal Pò ſino in Ancona, non può intenderſi ſe non quel Canale, o Bocca che arriva ad aver quattro piedi in circa di profondità a comune, naſcendo ciò da doppio motivo; il primo per la mancanza di corpo di acqua interna comunicante col Mare, che agiſca alternatamente col fluſſo, e rifluſſo; ed il ſecondo per eſſere eſſa ſpiaggia con la faccia volta al Greco, e Levante, ed obbliquamente allo Scirocco ed Oſtro, proprietà de' quali è il zappare il Lido (per parlare con la fraſe della Marina) ed aſportare le ſabbie, dove i primi le ſpingono alla ſpiaggia, e le addenſano: per tacere di molte altre circoſtanze, e fra le altre di quelle ben rimarcabili, che naſcono dal Pò, che ne' tempi addietro ha potuto con le proprie torbide ridurre Ravenna in Terra ferma, levandola dal Mare, ove maeſtoſamente ſedeva.

Per averſi dunque un Porto di tal natura, rendeſi neceſſario, che abbia le ſeguenti condizioni:

Prima, che ſia egli di acque chiare, e che le ſalſe in deficienza, o ſcarſezza delle dolci poſſano liberamente entrare ne' Canali, che con eſſo comunicar dovranno, ed abbia internamente il maggior corpo poſſibile d'eſſe acque chiare.

Seconda, che non abbia alcun fiume torbido ſopravento almeno per la diſtanza di 7. in 8. miglia.

Terza, che ſottovento non abbia Fiumara torbida in diſtanza, che non ſia minore di 3. miglia.

Quarta, che le acque influenti di eſſo Porto ſieno ne' proprj canali tenute riſtrette ed unite, nè poſſano divagare per Paludi di poco fondo, o per alvei ſoverchiamente larghi.

Quinta, che ſia munita la bocca del Porto con le opportune palificate, o Guardiani, ſtabilito che ſia, che vagliano con le loro lunghezze a coprirlo da' venti nocevoli, e laſcino luogo a' favo-

revoli

revoli di poter coadjuvare allo ſpurgo delle materie lezzoſe (43), che poteſſero eſſervi depoſte.

Con tali vedute, eſſendoſi da noi eſaminato collo ſcrupolo maggiore, quale foſſe veramente quel ſito, che le prime tre condizioni fondamentali perfettamente ſalvaſſe, giacchè le altre due dipendono poi dall'Arte ſola, niun'altro luogo ci è occorſo di ritrovare più a propoſito, fuori che quello della preſente bocca de' fiumi, e ci è ſembrato ſenza comparazione il più adattato, per ottenere il fine che ſi deſidera, mentre il fiume torbido più vicino, ch'egli avrà ſopravvento, ſarà il Lamone, la bocca di cui gli ſarà diſtante poco meno di 8. miglia, e con un breve (44), e facile taglio, che in certa gombiata, che ha verſo il Mare, gli ſi può dare nel di lui alveo, oltre un qualche non iſprezzabile miglioramento, che potrà ricevere almeno per qualche anno, ſi verrà ancora ad allontanare di un'altro miglio dalla Foce del nuovo Porto.

Colla nuova Diverſione de' fiumi che ſi progetta dovere sboccar dirimpetto al paſſo de' Tamariſi in Mare, non eſſendo men diſtante queſta bocca di quattro miglia incirca, ſi ſalva perfettamente la nuova foce di queſto Porto anche da qualunque timore,

(43) Una ſeſta condizione ſe gli può aggiongere, ed è (come mi ſono eſpreſſo in altre Relazioni poſteriori) che il Porto non ſia ingolfato, cioè che tanto ſopra, che ſottovento non abbia ſpargimenti di banchi di arena, che venghino a coſtituire le foci ritirate, e non nell' aperto mare. Ingolfato certamente è quel ſeno che forma la Pialaſſa con le acque proprie della Bajona e Foſſina, onde le ſabbie provenienti dal ſopravvento, trovano quivi da largamente depoſitarſi, e queſto fu il vero motivo dell' averſi da noi tal ſito eſcluſo per il Porto, e di eſſerſi attenuti allo sbocco de' fiumi vecchi, ſito aſſai ſporto verſo il mare, ed in cui ſalvavanſi quanto baſta tutte le antedette condizioni: L'eſſerſi atterrato l'antico Pirotolo, che altrevolte in queſto ſteſſo ſeno poneva foce, e che era un Porto non che capace di piccoli legni, come in ora ſono tutte le foci di queſte ſpiagge, ma di Galee ed altri Baſtimenti groſſi, fa una prova aſſai convincente della poca durabilità della bocca della Pialaſſa.

(44) E' ſtato effettuato il detto Taglio del Lamone, ma un tal ripiego quanto utile per ſollevar le parti ſuperiori eccesſivamente caricate dall'acque di eſcreſcenza di queſto Torrente, altrettanto può pregiudicare al Porto della Pialaſſa, mentre oltre il trovarſi anco troppo vicino a quella foce, dove prima gettava le ſue torbide verſo terra ſopra gli antichi ſcanni, adeſſo le va diſtendendo a ſeconda del moto radente nell'aperto mare, e da queſto poi nel fluſſo ſono portate a danni di detta foce.

more, che dalle torbide ſottovento a cauſa de' Venti aver ſi poteſſe.

Ma perchè le ſabbie hanno di molto elevato il fondo di queſt' alveo de' fiumi, coſicchè levata l' acqua di eſſi, ancorchè nel loro alveo, ſi volgeſſero e le acque chiare de' Mulini, e lo ſcolo della Città, e qualch' altra acqua, che con utiliſſimo ricapito poteſſe quivi avere un felice eſito, non potrebbeſi per anco dire formato il Porto, mentre la forza di eſſe acque in un alveo ſoverchiamente dilatato, ſarebbe troppo ſcarſa per iſmovere le depoſizioni da molto tempo ſtabilite: per tanto, ſecondo quello che ſi è detto nell' Articolo ſecondo del Capo primo, ſarà da ſgombrare a mano gli atterramenti, con formare nell'Argine abbandonato da Porta nuova al Mare (45), o per dir meglio, avuto riguardo alla maggior cadente da darſi al Mulino vecchio, giuſta il contenuto nel Capo terzo, dalle Chiaviche della Lama ſul Ronco ſino al Mare, un Canale di larghezza piedi 30. e che il di lui fondo rieſca più baſſo del pelo baſſo del Mare da piedi due incirca, e dal più al meno come ſta, o ſtar dovrebbe il fondo del Canale Panfilio.

Nè tale Eſcavazione, come l'Eminenza Voſtra colla ſua grande cognizione può facilmente vedere, ſarà per riuſcire di molto impegno, trattandoſi di eſcavare un' Alveo già fatto, e con ſola ſabbia (46), e lezzo, ed in poca profondità, non arrivando

(45) Tal condotta di acqua per il nuovo Naviglio non ſi è poi fatta, eſſendoſi ſoſtituito un cavamento nello ſteſſo ſcolo della Città dilatandolo e profondandolo ſino alla Foſſina, ed indi col mezzo di lunghe linee di palificate ſi è procurato d' incaſſar le acque di queſto ſtagno ſino alla bocca, come reſta eſpreſſo per P H G nella Mappa: venendo limitato eſſo ſtagno dallo ſcanno formato da' fiumi vecchi ſopravvento della loro bocca, e da quello del Lamone, ſottovento di quel sbocco che prima del nuovo Taglio aveva, ma la foce G ſul mare, abbenchè l' interno de' canali ſia con buoni fondi, rimane con sì poca altezza di acqua, che nelle baſſe del mare non vi poſſono entrare nè meno le barche aſſai mediocri.

(46) Tal eſcavazione che ſi era propoſta ha ſpaventato gl' Impreſarj, di modo che col farla comparire poco meno che impoſſibile tanto ſi ſono maneggiati, che in quel mezzo uſcita la propoſizione di poterſi far il Naviglio alla Pialaſſa con poca ſpeſa, e ſenza perderſi per un ſol giorno la comunicazione con la Città, ſi è intrapreſo il progetto della Foſſina e Bajona, abbenchè tre miglia più lungo, e di pari ſe non di maggiore impegno, e certamente di maggiore ſpeſa e nel formarlo, e nel conſervarlo.

do oltre i piedi 4 e mezzo ſotto il preſente fondo, e più verſo il Mare anche meno, come ſi anderà a ſuo luogo eſponendo, ed appariſce dagli eſibiti profili.

All'obbietto che da tal'uno potrebbe eſſer fatto, che la ſabbia foſſe per ricadere nell' alveo eſcavato, e render fruſtraneo il travaglio, che s'intraprendeſſe; ſi riſponde, che potendoſi, anzi dovendoſi tenere il nuovo Canale ſempre accanto una delle rive, non reſterà dunque, che ſoſtenere nella oppoſta la ſabbia che non ſdruccioli, il che agevolmente ſi potrà fare in quello ſteſſo modo, che fu praticato nella formazione del Canale Panfilio, cioè a dire collo impianto delle viminate lungo la nuova riva, la qual difeſa poi col tempo ſi ſeppelliſce, e la ſteſſa ſabbia forma il cotico, e s'aſſoda.

Tutta la linea non oltrepaſſerà le pertiche 1550 che ſono 50 pertiche più di 6. miglia, ma non per tutto ſi ha da operare, ma ſolo ove l'acqua baſſa de' Fiumi corre adeſſo incaſſata, cioè ſino all' origine incirca del taglio nuovo, mentre farà il rimanente la natura, coſpirando inſieme con le acque del Mare, quelle che di ſopra perennemente ſaranno quivi incamminate.

Prima però di prender in eſame, quali debbano eſſere queſte acque, ci ſarà permeſſo d'indicare le variazioni, che ſucceder probabilmente dovranno alla bocca preſente de' Fiumi, rimoſſi, che queſti ſieno, e ridotta che ſia alle acque ſalſe, e dolci ſopravenienti.

Secondo tutte le oſſervazioni, una gran parte della nuova prolungazione ſeguita dopo il mentovato Taglio nuovo, dovrà corroderſi (47) ed aſportarſi, in quella guiſa appunto ch' è ſucceduto ai due sbocchi ſuperiori degli alvei abbandonati, che come ſi è eſpreſso, ſi ſono ben più di un miglio riconoſciuti adeſſo più brevi di quello erano, allorchè i Fiumi vi correvano.

Le acque correnti, Eminentiſſimo Signore, laddove nel Mare

(47) Puntualmente ſino a queſt' ora è ſeguito quanto quì ſi era preveduto, mentre otturataſi la bocca, e corroſoſi lo ſcanno che per molto tratto l'accompagnava in mare, ſe n'è diſteſo un altro ſottovento, che laſcia verſo la riva ferma interna una nuova Pialaſſa di buoni fondi, e ſicura da tutti i venti, eſſendoſi diretto il lido per Tramontana, col Levante dirimpetto ad angoli retti.

re metton Foce, non ſolamente depongono le ſabbie, e la terra che ſeco portano, ma ancora del lezzo più ſottile ſi ſpogliano, il quale ſerve poſcia di un legamento sì forte, e tenace alli ſabbioni, che i banchi faciliſſimamente ſorgono, e durano a fronte della furia del Mare; anzi corre tanta differenza fra le depoſizioni gettate dal Mare, e quelle de' Fiumi, che baſta ai Pratici vederle per riconoſcerle.

All'oppoſto, ſe viene levato il fiume da quel tale sbocco, col laſciarſi che il Mare liberamente agiſca, egli col ſuo falſo ſcioglie in breve tempo il legame predetto, onde poi le ſabbie fatte libere obbediſcono facilmente ad ogni movimento di eſso Mare, e reſtano per la maſſima parte aſportate ſottovento.

Quando dunque ſieno ridotti altrove i Fiumi, non potrà che ſuccedere l'accorciamento di queſta linea: tanto perſuadendo la ragione, il fatto, e la coſtante oſservazione.

Ma come ogn'altro naturale effetto, anche un tale accorciamento avrà i ſuoi limiti, a' quali, quando ſiaſi giunto, allora e non prima, converrà ſeriamente penſare a munire con palificate o Guardiani la bocca del nuovo Porto, dirigendoli per quel Vento, che la combinazione di molte circoſtanze allora ſarà per additarci, e chi adeſso voleſse diſegnarle, darebbe ſenza dubbio in molti equivoci (48), non eſsendo lecito nella materia ſempre contingente dell'acque, e ſpecialmente di Mare, di potere a capello prevedere gli effetti, che ne ſono per derivare.

Paſſeremo adeſſo alla conſiderazione di quelle acque ſuperiori, e chiare, che dovranno derivarſi nella nuova Navigazione.

Corre una maſſima appreſſo tutti i pratici di Mare, che gran Laguna fa gran Porto, e che poca Laguna di poco fondo lo produca. Ne' tempi andati, allorchè queſta illuſtre Città godeva la prerogativa di eſſer cinta dalle acque ſalſe, e di avere a ſe

(48) Nella Pialaſſa ſopravento non ſi è ſeguita queſta legge di attendere gl' indicj della natura, ſe ſin dal principio ſi ſono incaſſate le acque perchè uſciſſero in mare a norma del concepito Progetto; ma è poi ſucceduto, che aſportatiſi dal corſo delle acque fatto maggiore per il detto incaſſamento, ſpecialmente nel tempo del rifluſſo, molti ſabbioni, i ſcanni ſi ſono gettati più a largo con ſenſibile incomodo di quella navigazione.

ſe vicine immenſe Lagune, non vi ha dubbio, che il Porto ſuo non doveſſe eſſer felice. Durano ancora i nomi di Porto, e di Claſſe, ove gli antichi Romani avevano la ſtazione della loro Armata Navale, ma nell'avanzarſi de' ſecoli barbari, ſconvolto affatto il ſiſtema di queſte acque, la Città ſi è ridotta in Terraferma, non comunicando adeſſo col Mare, che con la ſtentata, e diſpendioſa Navigazione del Canale Panfilio, formata gli anni addietro dalla magnanimità de' Pontefici allora regnanti, e ſoſtenuta adeſſo con grave diſpendio di queſta Città.

Nel Canale predetto, e nel Porto del Candiano vi vanno oltre l'acqua chiara, che cade dal Mulino nuovo, le acque temporanee di molti ſcoli collocati lungo eſſo, e ſpezialmente quelli, che vi mettono capo per lo Foſſo vecchio, e Candianazzo, che prende le acque di molti altri ſcoli dal Fiume Savio in qua, e rieſce un corpo tale, che per dir vero (49), ſe altre cauſe non foſſero concorſe a rovinare il Porto, ſarebbe ſtato ben valevole a conſervarlo aperto, ed abbaſtanza felice.

Dovendoſi dunque, ſecondo a quanto ci ſiamo onorati di esporre, mutar adeſſo la Navigazione, egli ha da cercarſi, Eminentiſſimo Signore, di rivolgere nel nuovo ideato Canale la maggior quantità poſſibile di acqua, purchè ſia chiara, ſecondo i principj, che di ſopra abbiamo poſti, ed eſaminati.

In due modi può provvederſi ad una tale eſigenza; e con preparar un Canale tanto baſſo di fondo, che contener poſſa una inſigne quantità di acqua, coſicchè il Mare iſteſſo ſomminiſtrar la poteſſe in caſo, che mancaſſe la ſuperiore, e col prendere, e da' Fiumi divertiti, e dagli ſcoli vicini una congrua quantità di acqua, che ſia anzi maggiore, che minore di quella, che preſentemente nel Candiano per lo Panfilio influiſce.

Noi, che col riſtagno del detto Panfilio abbiamo potuto dare

(49) Le cauſe per le quali ſi è rovinato e perduto il vecchio Candiano di già ſono ſtate baſtantemente indicate; fra le principali ſi contano quelle della vicinanza de' fiumi vecchj, da che con certo Taglio furono portati a sboccare più ad eſſo Candiano vicini, avendo in quelle vicinanze da per tutto inalzata la ſpiaggia e tolto il fondo alla foce di detto Candiano.

re una baſe ſicura a tutte le noſtre Livellazioni, abbiamo anche potuto perfettamente conoſcere tutti i Fondi di queſto Canale di comunicazione, il quale benchè riceva dentro le proprie rive la Navigazione anche di Barche groſſe, l' abbiamo però ritrovato non eccedere ragguagliatamente piedi 2. 8. 4., ridotto a comune, o ſia al pelo dell'alta marea ordinaria, e ſecondo le noſtre oſſervazioni, calando il Mare per il rifluſſo parimente ordinario, once 12., e punti 3., ne naſce, che ogni qualvolta ſi abbaſſaſſe ſotto del pelo baſſo del Mare il nuovo Canale once 16. e punti 1. ragguagliatamente, ſarebbe eſſo alla ſteſſa preſente condizione del Panfilio.

Con tutto ciò a ſtudio di maggiormente felicitare queſta Navigazione, ci ſiamo determinati di profondarlo dappertutto piedi 2. ſotto del Mare baſſo predetto (50), e tenerlo ſempre di Livello a queſta altezza, non eſſendovi neceſſità veruna di darli pendenza, acciocchè il Mare vi agiſca nel miglior modo poſſibile, e le acque ſuperiori con innalzare l'altezza delle proprie ſezioni, abbiano da loro ſteſſe ad acquiſtare quella cadente, di cui foſſero per abbiſognare.

A tal'oggetto col mezzo delle Livellazioni, che ſi ſono preſe, ſi è anche eſteſo il detto eſibito Profilo del preciſo Cavamento, che ſi averà a fare nell'Alveo abbandonato de' Fiumi, e ſi è trovato, che la maggior eſcavazione nelle vicinanze della Città ſarebbe di piedi 4. e mezzo per pertiche 500. poi di piedi 3. per pertiche 760. e piedi 1. e mezzo per il rimanente ſino al Mare.

Faremo un divoto cenno a Voſtra Eminenza circa la maniera, con cui tali eſcavamenti ſenza molta difficoltà praticar ſi potranno. Sarebbe dunque da inteſtarſi una partita di Alveo di 50. Pertiche, & ancor meno, ſe ſi vuole, allorchè il Fiume foſſe già divertito, e per conſeguenza quaſi ſenz'acqua, da levarſi ancor queſta, gettandola con gli opportuni Strumenti di ſotto della Inteſtatura inferiore, poi celeremente eſcavare la detta partita alla diviſata altezza, col porre la materia, che ne uſciſſe ſulla riva, da ſtabilirſi di nuovo, e da aſſicurarſi poſcia con la Viminata, di cui ſi è detto di ſopra (51). Compi-

(50) E ſopra tali miſure ſi è anche formato il nuovo Naviglio dentro lo ſcolo della Città. Si avverte, che tutte le miſure enunciate in queſta Relazione ſono le Agrimenſorie di Ravenna.

(51) La Viminata, di cui tanto fu dubitato dagli Appaltatori, di porla in opera, è ſtata poi ſenza tema veruna di ſua buona riuſcita adoperata nel Naviglio del Pontecanale, e queſta in tutto quel tratto di lavoriere in cui furono trovate le rive con la ſabbia.

pita che ſarà la prima partita, dovrà farſi divenire ſuperiore l'inteſtatura inferiore, e piantarne una nuova altrettante pertiche più ſotto, e così ſucceſſivamente ſino ove il biſogno lo ricerchi, avvertendoſi, che il travaglio vorrebbe eſſere ſollecito e per gl'incidenti, che potrebbero naſcere, e perchè i Mulini non aveſſero a ſtare lungamente ſenza agire, e perchè la Navigazione, che ſarebbe intercetta già per il Candiano dalla nuova Linea de' Fiumi, poteſſe avere prontamente il libero acceſſo a Ravenna.

Minutata così l'eſecuzione del nuovo Canale, ci onoraremo di avvanzare le noſtre ricerche, per provvedere l'acqua ſuperiore, che vaglia ad impinguare queſto Canale.

Perchè dunque cura noſtra particolare fu fra le altre coſe di non cangiare lo ſtato preſente de' Mulini, bensì di trarli poſſibilmente dalla inazione, in cui con grave detrimento e pubblico, e privato ſe ne giacciono per molto tempo dell'Anno inoficioſi, così tutta quell'acqua chiara, che adeſſo va nel Panfilio (52), allorchè macina il Mulino nuovo, ſarà da rivoltarſi nell' alveo abbandonato del Ronco, vale a dire nel Nuovo propoſto Canale di Navigazione, eſſendochè, ſecondo quanto ſi è detto nel Capo terzo, tanto il Mulino del Macello, che il Nuovo, mediante la comunicazione da aprirſi fra la Darſina preſente, ed il detto alveo abbandonato del Ronco, dovranno con detta acqua chiara, e non altrimenti dar il moto alle proprie Macine.

Parimente il Mulino Vecchio, non avendo eſſo pure a macinare, che con acqua chiara, giacchè un nuovo Mulino nel detto Capo terzo ſi progetta, da farſi, occorrendo, dalla parte deſtra del Montone per la ſola acqua torbida, ecco dunque, che dove prima il Panfilio non aveva di acqua ſuperiore, che la ſola chiara del Mulino nuovo, in queſta nuova regolazione tanto il Mulino del Macello, che il Vecchio daranno acqua alla nuova Navigazione con molto di lei profitto (53). In oltre

(52) A motivo del ſeguito cangiamento del Porto, faranno da recapitarſi le acque chiare de' Mulini Nuovo e Vecchio nel nuovo Naviglio, che dovrà accoſtarſi alla Città dalla parte del Montone, come ne' numeri antecedenti ſi è ſpiegato.

(53) Le acque de' Scoli Lama e Canaletta eſſendo ſtate portate nel nuovo Montone, come ſi è detto al num. 10, e non ſotto alla Chiu-

tre avrà il Porto le acque della Canaletta, e Lama, che per Ponte Canale saranno portate sotto la Chiusa del Montone nel Ronco per l'antica Chiavica, ma abbassata di soglia, che sta sopra del Ronco medesimo.

Se poi un tale, benchè notabile accrescimento di acque chiare fosse conosciuto pur ancora scarso pel mantenimento del nuovo Porto; in tal caso perciò appoggiandosi alla massima, che abbiamo piantato, cioè, che maggiore quantità di acqua fa migliore il Porto, ci avvanziamo a dire a Vostra Eminenza, che con molta facilità gli scoli di Diritollo, Via Cupa, Valtorto, Fiunetto, e forse ancor parte delle acque delle Valli adjacenti di Palazzuolo, e di Savarna, che adesso vanno ad iscaricarsi parte nella Fossina, e parte nella Bajona, con breve, e diritto cammino dietro alcuna delle strade, che portano al Montone, ed alla Città, cioè o di Canalazzo, o della Rotta, o del Ronco, o finalmente della Chiavica, portare si potrebbero a profitto della nuova Navigazione, con la sola avvertenza di lasciarle venire, quando sieno chiare, e farle passare per i loro vecchi Condotti, quando torbide venissero.

Accresciuta di tal maniera la Mole delle acque superiori, vi sarà tutta la probabilità di aversi la conservazione del Porto, e il di lui miglioramento a vantaggio del Commerzio ora assai languente della Città, e Provincia.

Ci resta finalmente da avvertire, quando venisse risoluto di abbracciare questa nostra ultima proposizione, d' incamminarsi cioè gli scoli per alcuna delle accennate strade, che per non confondere le acque di essi, che hanno del palustre con quelle del Montone, che vicino alla Chiusa di esso, secondo il tenore del Capo terzo, dovranno esser estratte in limitata quantità, perchè abbiano a discorrere per l'Alveo abbandonato di quel fiume fino a Porta ferrata, ove sarà da piantarsi una bassa intestatura, come parimente resta espresso nel medesimo Capo; (54) però a motivo di conservar queste acque da bere in-

sa, potranno, sempre che il bisogno vi sia, esser portate alla Botte, come pure si è notato al numero 24 anche se essa Botte sarà obbligata a ricever quelle del Chiavicone Spadoni per servizio del Mulino Nuovo.

(54) Ogni altra mutazione, benchè di legger momento è derivata da quella del Naviglio, mentre il siste-

incontaminate, converrà condurre l' acqua de' predetti ſcoli inferiormente alla predetta inteſtatura nell' alveo del Montone, da ricavarſi in una conveniente larghezza per un giuſto Condotto ſino alla confluenza che ſarà allora del Canale della navigazione con queſte acque, delle quali ſi è detto: e con ciò ſi luſinga il noſtro riſpetto di aver umiliato all' Eminenza Voſtra il men difettoſo fra tutti i Progetti circa il Porto, che ſi poteſſe fare, avuto riguardo alle ſpinoſe circoſtanze di queſta ſpiaggia, sì per rapporto al Mare che la bagna, che ai fiumi che la fendono.

ſiſtema della noſtra regolazione era talmente concatenato, che non poteva alterarſi un membro, ſenza che altri ancora non doveſſero reſtarne diverſificati.

CAPO

CAPO QUINTO.

Stato preſente dell' Aria di Ravenna , e recapito dello Scolo della Città , con altri provvedimenti per la pubblica ſalute.

UNo de' punti, che ci ſiamo propoſti a ventilare , ſi è quello di ridurre migliore lo Scolo della Città , che adeſſo con viaggio aſſai lungo va a metter capo in Mare per il Canale della Foſſina: e come che dipende molto dalla felicità di queſto ſcolo anche la ſalubrità dell'aria della Città, così, Eminentiſſimo Signore, ci faremo lecito di toccare , almeno di paſſaggio , le affezioni generali di queſt' Aria , e quale effetto ne ſia per derivare dal regolamento progettato di queſte acque , da quello dello ſcolo, e da altri utili provvedimenti diretti al medeſimo fine .

Ben vediamo , che ſarebbe queſta ſola abbondante materia di un'intiero Trattato, non che di un ſemplice Capitolo di queſta noſtra divota Relazione. Per non uſcire però da' limiti , che ci ſiamo prefiſſi, non produrremo a Voſtra Eminenza che i ſommi Capi di queſta propoſizione dello ſtato dell' Aria , e ſenz' altro impegno d'internarſi nella natura di queſto Elemento, ci reſtringeremo a dire, ch'è un fluido in ſe ſteſſo omogeneo , che a miſura delle terreſtri evaporazioni ſi va alterando col declinare dallo ſtato di quel perfetto univerſale, ed inceſſante alimento, a cui dalla natura fu deſtinato per lo ſoſtentamento della umana vita .

Ci diedero gli Antichi molti documenti , perchè foſſero fabbricate le Città, e le abitazioni in ottimo ſito per la migliore ſalute de'Cittadini, e fra gli altri Vitruvio al libro 1. c. 4. de' ſuoi libri d' Architettura ci laſciò ſcritto , che Ravenna , ch'egli chiama Città grandiſſima , foſſe fra le meglio collocate , e più ſalubri -- *Exemplar autem hujus rei Gallicæ paludes poſſunt eſſe , quæ circa Altinum , Ravennam , Aquilejam , aliaque , quæ in ejuſmodi locis municipia ſunt , proxima paludibus , quod his rationibus habent incredibilem ſalubritatem.*

Così Ipocrate riſtoratore della medicina de' ſuoi tempi , o altro,

tro, che ſi foſſe dottiſſimo Filoſofo, che il celebre Trattato *de Aere, Aquis, & locis* ſcriveſſe; tanti precetti ci dà, per conoſcere la ſalubrità dell'Aria, che facilmente da chicchefia, ogni circoſtanza, che vaglia ad alterarla, agevolmente ſi potrà intendere.

Quanto a noi diremo, che l'Aria può reſtar contaminata dalle eſalazioni o prodotte immediatamente in un dato ſito, o portate da parti rimote. Contribuiſcono alle prime, le qualità terreſtri, ſieno o di minerali, o di acque ſtagnanti e paluſtri, le immondizie, ed altre materie che vagliono a promovere la corruttela de' miſti, onde ſeparandoſi il più dal meno volatile, l'Aria ſe ne imbeve.

Ma le rimote qualità pullulano bensì dagli ſteſſi principj, ma i venti portandole più in un luogo, che in un altro, rendono quel tal ſito ſoggetto ai mali effetti della contaminazione. Una terza cauſa interviene ancora a render men pura l'Aria, quando cioè quel tal luogo ſia meno eſpoſto ai venti ſani, di quello ſia ai nocivi.

Quindi ne deriva, che ſempre udiamo dire doverſi ventilar l'Aria, ſe ſi vuol ſana; anzi perchè la corrente de' Fiumi è creduta mezzo aſſai idoneo per un tal vagliamento, quelle Città, e Luoghi, che collocate ſono ſu le rive delle acque correnti, o ſul Mare ſempre inquieto, vengono riputate d'Aria molto ſalubre.

Siede Ravenna, dacchè le alluvioni l'han ridotta ben cinque miglia diſtante dal Mare, con il fiume Montone a Ponente, e Tramontana, e con il Ronco a Mezzogiorno da Porta Samammo ſino a Porta nuova, ma a Levante ha i due ſuddetti fiumi, che con angolo aſſai acuto in diſtanza dalla muraglia di 350. Pertiche formano la loro confluenza, e reſta ſolamente dalla parte di Libeccio ſenza eſſer circondata da' Fiumi, cioè verſo la Regione detta di mezzo i Fiumi.

La elevazione ſeguita del fondo de' Fiumi predetti ha obbligato, perchè non reſtaſſe ad ogni piena ſommerſa, a ſtranamente innalzare le arginature, che paſſando viciniſſime all'orlo di uno ſtretto, ed anguſto Foſso che per regola militare ſi è laſciato al recinto, ſono ridotte le muraglie, i rampari, e tutto il piano della Città sì baſſo, che da' tre lati predetti ſi può dire affatto ſepolta.

Si aggiunge a ciò, che il piede dell'argine, ſtante la di lui

molta altezza, cotanto si è avanzato verso il Fosso, che lo ha in tal luogo all' estremo angustiato, onde e le acque vi marciscono, ed alcune delle braccia dello Scolo pubblico che quivi riescono, incontrando molti intoppi di erbe che l'ingombrano, immondizie, e frantumi di pietre, si può dire, che la Città viene per la massima parte circondata da una sentina la più putrida e nocevole ch' esprimer si possa. Ci siamo abbattuti sul cader del Sole fuori di Porta ferrata, ed abbiamo veduto con nostro stupore una densa nebbia, che sorgeva dal predetto cupo fondo del Fosso, segno manifestissimo della grave esalazione, che ne va uscendo, a manifesto danno della salute degli Abitanti.

Quanto alla parte verso la confluenza de' fiumi, e verso la Sensseda, è vero, che l'Arginatura de' fiumi, scostandosi ivi sensibilmente dalla Città, dovrebbe l'Aria avere più libero campo di trascorrere, e movere anche l'interna della stessa Città, ma è anche vero, che talmente quel fertile angolo di terreno resta occupato dal foltissimo arboramento della campagna, che la necessaria comunicazione resta pur troppo intercetta, ed impedita.

La sola parte verso il Libeccio si sta aperta, se non quanto anche questa ingombrata non poco dalle piante, non può godere affatto del libero movimento, che dallo spirare di quel vento, verrebbe talvolta a ricevere. Contuttociò infatti l'aria migliore della Città si è dall' Arcivescovado a Porta Sisi, e nelle parti adjacenti, coadjuvando anche a ciò il sito più elevato che quivi ha la Città stessa.

A' tempi di Strabone, come egli si esprime nel libro 5. della Geografia, passava l'aria di Ravenna, per una delle ottime d' Italia tutta, e ne adduce in prova l'educazione, che quivi de' Gladiatori, ed Atleti si faceva. *Hoc pacto igitur saluberrimus comperitur locus. Unde Gladiatoribus educandis, ac exercitatione erudiendis hunc idoneum magistri locum designaverunt*. Il che tutto nasceva dal cospirar che facevano le acque del Mare con quelle de' Fiumi al vagliamento dell'aria, ed a purgarla da'nocevoli vapori delle Paludi: dove adesso lontano il Mare, avendo dovuto di molto innalzarsi i Fiumi per andarlo a trovare, ha perduto Ravenna con la bontà del clima il mezzo più reale della propria felicità.

Ma posto anche, che il sito della Città restasse da molte parti espo-

eſpoſto a i venti, che valeſſero a togliere ogni rea influenza, che ſorger poteſſe nel di lei circondario, egli è da eſaminarſi ſe quei tali venti in vece di aſportare le nocive evaporazioni, non ne portaſſero delle peggiori, od equivalenti.

I venti in ordine alla loro qualità relativamente all'alterazione dell'aria, ed alla ſalute degl'Uomini devono conſiderarſi non come una ſemplice mozione di queſto elemento, sbilanciato o dalla rareſazione, o dalla condenſazione, che in qualche lontana parte va ſeguendo, ma bensì deeſi aver in rifleſſo la loro direzione, e tendenza: così in grazia di eſempio lo Scirocco, che in queſte parti è umido, e rilaſſante, tale non è nella coſtiera boreale dell' Africa, ch'è aſciutto, dove per lo contrario la Tramontana è umida, e mal ſana; inſomma la varia coſtituzione delle Paludi, de' Mari, e delle Terre, per le quali paſſano i venti, loro contribuiſce or l'una, or l'altra qualità, o giovevole, o nociva.

Avendo dunque Ravenna il fianco, ove il Montone la copre, eſpoſto ai venti che ſpirano dalla Tramontana al Maeſtro, paſſando queſti col loro ſoffiare per la grande eſteſa delle Valli di Comacchio, Longaſtrino, Savarna, e Palazzuolo, ſi renderanno eſſi, che in altre parti ſono ſani, non tali in Ravenna; mentre ſe ſi faranno ſentire principalmente in certi tempi, ne'quali le eſalazioni ſono copioſe, l'aria della Città ne potrà reſtar pregiudicata, e tanto più, quanto, che trovando l'obice degl'alti Argini del detto Montone, reſta l'aria dentro le mura, ſenza il neceſſario movimento, ed in iſtato di ricevere l'effetto nocivo delle dette eſalazioni.

Meno pregiudiziali, benchè umidi, dovranno eſſer i Venti di Greco, e di Levante, per provenire direttamente dal Mare, e dall'alpeſtre Dalmazia, quando bene gl'impedimenti della Senſeda, e forſi anche quelli della Pigneta a quella parte piantata, non levaſſero molto alla loro ſalubrità. Lo Scirocco, che attraverſa parte del Golfo, e le Valli di Maſullo, e Candiana, dovrà annoverarſi anch'eſſo fra i venti nocivi, tanto più, che come il Maeſtro, e la Tramontana nel Montone, incontra l'altezza degl' Argini del Ronco nella linea, che ſi eſtende da Samammo a Porta nuova.

L'Oſtro, ſeppure non reſta contaminato da altre Paludi più lontane, dovrebbe non eſſer pregiudiziale, ſe non foſſe ſoggetto allo impedimento ſopradetto delle linee del Ronco, ſicchè rimane

il ſolo Libeccio, o Garbino proveniente dagl'Apennini da numerarſi fra i ſalutevoli, il quale però non potrà contrapporre al pregiudizio che recano gli altri, ſpirando egli sì rare volte, dove quelli frequentemente ſono in azione.

Circa all'acqua corrente de' due Fiumi in ordine alla ventilazione dell'aria diremo, non poterſi negare, che il corſo di queſti movendola, non la ſpurghi dalle vaporazioni, delle quali va inzuppata; ma ſarebbe deſiderabile, che un tal moto per una Città aſſai eſteſa, e sì baſſa di piano foſſe ben più ſenſibile di quello va ſuccedendo, non già che l'inclinazione de' due Fiumi non ſia molta, ma avuto riguardo al loro corpo di acqua, che per ordinario dopo la piena in pochi giorni ſi riduce a niente, eſſendo, ſi può dire, momentaneo il loro corſo, e l'aria per l'ordinario in tal incontro sì umida, che l'effetto non può eſſere di gran lunga pari al biſogno, ma ſopra tutto le Arginature, e Rivali sì alti, che l'aria dietro di eſſi non può riſentire che troppo ſcarſamente del vantaggio, che dal corſo delle piene può naſcere. Ciò non oſtante ſarebbe ancor peggio per l'aria di Ravenna ſe Fiume alcuno, o ſolo molto lontano, non aveſſe. Quindi noi, uniformandoci anche al dotto parere di queſti Signori Medici, abbiamo creduto di migliore pubblico ſervigio il non iſcoſtare gran fatto i Fiumi dalla Città in queſta noſtra regolazione, non oltrapaſſando la diſtanza della noſtra Linea trecento pertiche dal preſente Alveo del Ronco preſſo alla Porta di Siſi.

Oltre di ciò quando ſi rifletta all'acqua perenne, e chiara, che da' Mulini nel nuovo Canale della Navigazione ſarà per eſſer portata, reſta aſſai manifeſto, che la lontananza de' Fiumi non ſarà per recare il minimo pregiudizio alla Città, anzi la di lei condizione molto ſi verrà a render migliore, ſe alcuno di quei rimarcabili impedimenti ſarà tolto di mezzo (55), dopo fatta la Diverſione, e ſpezialmente quello delle Arginature, che adeſſo, come ſi è detto, tenute per neceſſità ad una sì inſigne altezza,

(55) Non ſono ſtati per anco abbaſſati gli argini, abbenchè tutti e due i fiumi ſiano divertiti, e vadino per i nuovi alvei felicemente da più di due anni il Ronco e da più di uno il Montone; quando ſi voglia ridotta l'aria di Ravenna ad eſſere a miſura del biſogno ventilata, dovranno eſſere ridotte le antiche arginature meno alte del ciglio della pubblica muraglia.

za, rendono la Città con l'aria troppo ſtagnante a grave danno de' Cittadini.

Tale altezza dunque de' rivali, dopo la Diverſione non più ſervendo ai Fiumi, potrà di molto abbaſſarſi, e ridurſi di qualche piede inferiore alla ſommità della Muraglia, e Rampari, ed in tal modo col laſciar aperto l'adito al moto dell' aria ſi rimoveranno di molto i pernizioſi effetti delle evaporazioni.

Ma poco ancora ſi farebbe riſpetto all'urgenza del biſogno, ſe non reſtaſſe anche provveduto allo ſcolo della Città. Fu egli con ottimo conſiglio tirato col mezzo di una grande, e capace ſotterranea cloaca di ſodo muro dall'uno all'altro capo della Città, e con la moltiplicità delle braccia, che ſtende, va ricevendo da ogni angolo le immondizie, che doverebbero poi eſſere aſportate al Mare dalle acque della pioggia, che pure in eſſa cloaca hanno il loro recapito.

E perchè l'altezza del fondo del Montone ſi oppone al libero paſſaggio di eſſo ſcolo, ſi è traverſato l' alveo di queſto con un curvo Ponte Canale, che ha ancor dato il nome al condotto ſteſſo, la di cui Foce è al preſente la Foſsìna, che colle alluvioni del Lamòne, talmente ha prolungata la Linea in Mare, coſicchè molto ha perduto anche eſſo ſcolo della primiera cadente: contuttociò conſta dalle noſtre livellazioni, che il pelo di queſto al ſito del Ponte Canale, reſta più alto un piede once 8. punti 3. del Mar baſſo; dimodocchè alzandoſi il Mare un piede, due once, e tre punti dalla baſſa all'alta Marea, reſta pure con caduta di ſei once anche ſul Mare, ridotto al comune; inclinazione, che non ſi potrebbe dire ſcarſa, ſe l' alveo dello Scolo foſſe ſgombrato; ma troppo è mancante, avuto riguardo agl'impedimenti, e riſtrettezza, ch' egli nel ſuo alveo ritiene.

In vece dunque di recapitarſi eſſo ſcolo alla detta Foſsìna, con viaggio molto più breve, e ſicuro, e ſenza la ſoggezione de' tanti impedimenti, che ha dal Ponte Canale al Mare (56), ſarà

(56) Nella mutazione del Porto, uopo è ſtato pure di cangiar anco le coſe al medeſimo anneſſe, e fra queſte il recapito dello ſcolo delle Cloache e ſogne della Città, che ſecondo all'ultima regolazione 1740 avrà ad eſſer unito al naviglio quanto più poſſibilmente diſcoſto dalla Darſina per il puzzo che produce ne' meſi dell' Eſtate ed Autunno con

ſarà da rivolgerſi, come ſi è propoſto all'articolo nono del Capo primo, per l'alveo del Montone ad unirſi, ove è preſentemente la confluenza de' Fiumi, ſenza più ſervirſi del Ponte Canale. Sarà però da derivarſi queſto Condotto o nell'alveo abbandonato di eſſo Montone, prendendoſi poco ſuperiormente al detto Ponte Canale, oppure, tenendo la detta origine, condurlo nell'alveo del Ronco, o ſia nella nuova predetta Navigazione per l'alveo antico da quaſi un ſecolo abbandonato dello ſteſſo Montone, che piega a traverſo della Senſeda ad infilare direttamente l'argine ſiniſtro di eſſo Ronco.

Nientedimeno, benchè reale foſſe un tale recapito, ſarebbe pur ancora ſcarſo al biſogno, ſe due coſe non ſi faceſſero: la prima di levare tutti gl'impedimenti di eſſo ſcolo, e ſpecialmente quello degli alberi, fraſcumi, ed altri materiali, che ora con danno troppo ſenſibile fra le Mura della Città, e gli argini de' Fiumi dappertutto ingombrano con peſſimo eſempio quell'alveo: la ſeconda di aprire di quando in quando, ſenza ſtare ad attendere il ſolo, e molte volte troppo ſcarſo ſoccorſo della pioggia (57), la Chiavichetta opportunamente piantata poco ſuperiormente al Mulino vecchio, l'acqua della quale vaglia ad aſportare ſollecitamente le immondizie, che con tanto pregiudizio dell'aria, e della pubblica ſalute impediſcono, e dentro, e fuori della Città dappertutto lo Scolo predetto.

Tali ſono i ſentimenti, che preſentiamo al zelo di voſtra Eminenza intorno lo ſtato dell'aria, ed intorno quei ripieghi, che per renderla migliore crediamo ſenza eccezione neceſſarj.

incomodo delle genti di mare, e danno dell'aria: al che tutto in detta regolazione viene proveduto, come viene proveduto allo ſteſſo Porto, nel progetto di levarlo dalla Pialaſſa G, e da' Fenili di S. Vitale condurlo direttamente al mare ſecondo la linea HI, col farlo sboccare in ſito non ſoggetto alle ſabbie provenienti dal ſopravvento, e dove i fondi del mare ſono tali che qualunque Baſtimento vi naviga anche vicino alla riva, eſſendovi molto vivo il moto radente, e potendoſi con aſſai brevi palificate o Guardiani tener ſempre quella bocca in fondi convenienti alla più libera e ſicura navigazione, per nulla dire della brevità della linea ſino a Ravenna da 3 miglia in circa più corta di quella della Foſsina e Pialaſſa, e del comodo della Pialaſſa T così opportuna al ricovero de' naviganti in tempo di burraſca.

(57) Il condotto che ſerviva a detta Chiavica in tal luogo della Città ha moſtrato di non poter contener le proprie acque; quindi ſe n'è quaſi del tutto tralaſciato l'uſo.

CAPO

CAPO SESTO.

Della ſpeſa occorrente per le diviſate operazioni del nuovo Progetto, con alcuni rifleſſi intorno lo ſtato infelice della Città di Ravenna.

BEnchè il produrre il calcolo della ſpeſa non appartenga realmente che ai Periti, ed a quelli deſtinati in ſpecie a ſopraintendere alla eſecutiva, nientedimeno per ſervire Voſtra Eminenza nel migliore poſſibile modo, che ci ha permeſſo il noſtro debole talento, ci ſiamo anche internati nell'eſame di tal'eſſenziale requiſito, preſo avendo prima di queſti Pratici ſufficienti notizie del valore quì nel Paeſe delle opere, e del coſtume de' pagamenti, e con noſtro molto contento ſcandagliato a parte l' importare d'ogni capo, col porre anche prezzi aſſai alti, ed ai quali non credereſſimo, che una cauta economia doveſſe mai giungere; contuttociò non aſcendono le noſtre ſumme per i cavamenti, sì della nuova Linea de' Fiumi, che del Porto ed alveo abbandonato de' Fiumi, oltre agli Scudi 30 mila, cioè per la prima partita 22 mila Scudi, ed 8 mila per la ſeconda, coſicchè unendo a queſti, Scudi 7 mila che poteſſero valere i Beni, ſopra de' quali paſſerà il nuovo Alveo de' detti fiumi, benchè di poca cultura, e per la maggior parte vegri, ed in tal ſito di niuno, o pochiſſimo valore (58), non oltrepaſserà però in tutto a Scudi

(58) Il calcolo della ſpeſa eſteſo l'anno 1732 coll' intervento del Signor Manfredi, computato ſulla faccia de' luoghi, e con la maggiore precisione poſſibile ogni capo del Progetto, aſceſe in tutto a Scudi 99796, fra i quali 15442 pel ſolo acquiſto de' terreni e Caſe che andavano diſtrutte; ſommavano le eſcavazioni tutte de' nuovi alvei, compreſo anco il Naviglio, e le neceſſarie arginature Scudi 45868, il rimanente era aſſegnato per i lavorieri di palificate, ed altre opere di legno e di muro, che ricercava l'impreſa, ſenza eſſerſi però computata la fabbrica del gran Ponte di pietra alla Strada Romana. Gli appalti per tutti i predetti cavamenti ed arginature furono preſi per Scudi 44500, con tutto ciò la vaſtità de' lavorieri ha aſſorbito una ſumma aſſai maggiore del doppio, di quanto erali fiſſato abbenchè pur anco per ridurre alla perfezione neceſſaria i Mulini, ed il Naviglio non poco danaro vi ſi ricerchi; ma tale è il deſtino delle

Scudi 37 mila . E per la fabbrica della Chiuſa , Chiavica per il Mulino vecchio, Botte per il traſporto della Lama, cavamento della ſteſſa , e Chiavica al Ronco , taglio della Darſina , Ponti di legno, che anderanno ſopra alcune ſtrade principali, ed anche le altre Chiaviche, e condotti di ſcolo che reſteranno alla deſtra della nuova Linea dalla ſtrada Romana in giù, ſi calcola in ſomma di Scudi 15 mila ; la qual partita aggiunta all' altra delli Scudi 37 mila, monta in tutto a Scudi 52 mila incirca; ciò non oſtante volendo aver riguardo ai caſi , che non ſi poſſono prevedere, ed anche alla riſoluzione quando ſi ſtimaſſe neceſſaria di fare un Mulino ad acqua torbida , ſecondo il progetto eſaminato nel Capo terzo, ſi potrà porre un piano di Scudi 60 mila, il che per dir vero, non ſarebbe molto ; ſe ſi trattaſſe di ſolamente formare ad una Città un Porto per il commercio : ma ſarà molto poco, quando ſi rifletta trattarſi di ſalvare poſitivamente una Città , che ſenza eſagerazione può perire ſommerſa dall' acqua ad ogni piena di queſti fiumi, che fatalmente la circondano. Se dunque, Eminentiſſimo Signore, con prezzo sì moderato ſi può ottenere e la ſalute , ed il commercio , non può cader in dubbio , che la di lei paterna carità non ſia per dar la mano, perchè dalla Santa Sede reſti concretata una quanto neceſſaria , altrettanto del tutto indiſpenſabile impreſa.

Non abbiſogna il zelo di Voſtra Eminenza , e ben lo conoſciamo, di eſsere infiammato, animate che ſono le di lei premure dall' intima , e vera cognizione del pericolo , in cui ſempre più giace queſta Città. Contuttociò ci doni generoſa licenza la di lei bontà di dirle con quella candidezza , ch' è dovuta al venerato di lei Carattere , ed alla onoratezza di noſtra puntualità , che non mai ſiamo paſſati in queſto noſtro ſoggiorno alla viſita di queſti fiumi , principalmente dietro il recinto della Muraglia , ſenza molto meravigliarci , e dire , che ben convien credere , che tanti Santi Protettori , e Cittadini di Ravenna non ceſſino mai d'intercedere dal Sommo Dio una ſpezie di ri-

no-

le grandi opere di non poterſi mai , atteſi i moltiſſimi accidenti , che ne emergono , limitare il diſpendio , qualunque diligenza venghi praticata da chi aſſiſte , o da chi ſopraintende ; contuttociò trattandoſi della preſervazione di una Città in ogni ſecolo sì illuſtre e per le Divine, e per le umane coſe , ogni prezzo è bene impiegato , ed inferiore ſenza paragone dell' utile che ne deriva ed al Principe ed a' Cittadini.

novazione di quel grande miracolo, di cui Mosè fu il Miniſtro colà nel Mar roſſo, eſſendo che in tempo di piena, ſe i ſegni, dove queſta arriva, e che ci furono moſtrati, e da noi veduti con orrore, non fallano, ſi cammina per Ravenna coll'acqua di molti, e molti piedi più alta del piano della Città, e non già da un ſolo lato, ma da tutte le parti, coſicchè le Porte perdendo in tal'incontro il loro uſo di dare il paſſo a chi va, e viene, reſtano con ben'alti, e doppj tavoloni trincierate all'altezza di più di mezzo Uomo. E guai ſe rompeſſero, ſendocchè gli effetti d' una rotta ſono quivi affatto ſtraordinarj riſpetto agli altri Fiumi, mentre rompendo queſti di Ravenna ſe lo fanno dalla parte della Città, e della Regione di mezzo li fiumi, e poſſa l' acqua ſuperare quel miſerabile, e ſolo Cavedone, che attraverſa la Foſſa al Turrione Zancano (59), la Città reſta in un' iſtante con le acque all' altezza della metà delle Caſe, ed eſpoſta al lagrimevole caſo dell' inondazione ſeguita del 1636., che nel ſolo rammemorarla innorridiſce l' animo, per tacere del danno, che recò all'infelice Città, valutato in un'milione, e 100. mila Scudi.

Se il Pò, il maggiore de' Fiumi d' Italia ſi apre una rotta la di lui acqua eſtravaſata trova lo ſcarico al Mare; così ſe gli altri Fiumi di minor portata ſquarciano le proprie Arginature, reſtano le Campagne bensì inondate, ma in altezza tale, ed in tanto tempo, che almeno gli Uomini ſalvano la vita: ma la Città di Ravenna, ſe l' acqua vi penetra, reſta, ſi può dire, in breviſſimi momenti ſommerſa affatto, giacchè alcun idoneo ſfogo da veruna parte, ſtante quel fatale angolo, in cui ſi uniſcono i Fiumi, non può el la ricevere. Alla inondazione ſuccede poi il diroccamento delle Caſe, la miſeria degli Abitanti nell' inopia del vitto, e la confuſione di tutte le coſe umane, e Divine, ſalendo l' acqua di più piedi ſino ſopra l'auguſte Menſe degli Altari; inſomma

(59) Prova di quanto ſi è detto nel numero precedente, ſia l'inondazione ſeguita del 1636, e deſcritta come coſa affatto ſtraordinaria e lagrimevole da varj Autori, ma più al vivo di ogni altro dal Cavalier Lucca Daneſe.

ma pericolo eguale, nè circoſtanze più lagrimevoli non poſſono immaginarſi, che quelle, che derivarebbero da una ſimile inondazione, che Dio tenga lontana.

Se una volta finalmente dopo un ſecolo di eſami di varj Progetti per il ricapito di queſti Fiumi, avranno col mezzo della preſente progettata regolazione il fine i giuſti timori di queſti Cittadini, benediranno eſſi, ed i loro nipoti la magnanima riſoluzione (60), e clemenza del regnante loro Sovrano, e riconoſceranno l' Eminenza Voſtra come il pri-

(60) Concluderò queſte notazioni col riferire l'iſcrizione che ſotto alla Statua di marmo collocatafi nella maggior Piazza della Città, rappreſentante il defonto Sommo Pontefice CLEMENTE XII, è ſtata da' Cittadini ad eterna memoria di un tanto beneficio, fatta incidere.

CLEMEN. XII. P. M.
QVOD. AD. AVERTENDAS. AB. RAVENNA. EIVSQVE
AGRO. INVNDATIONES. BEDESIM. FLVVIVM. CATARACTA
MVLTIPLICIS. VSVS. EXTRVCTA. IN. NOVVM. ALVEVM
DEDVXIT.
IN. EVNDEMQVE. VITIM.
IMMISIT.
QVOD. ROMANAM. VIAM. EO. ALVEO. INTERRVPTAM.
MAGNIFICI. OPERIS. PONTE
COMMISIT.
QVOD. AB. VRBE. AD. MARE. PER. SEPTEM. MILLIA. BIS. CENTVM
SEXAGINTA. OCTO. PASSVS. FOSSAM
PERDVXIT.
IN. EAMQVE. CORRIVATIS. AQVIS. FACILIORI
MERCIVM TRANSVECTIONI
PROSPEXIT.
S. P. Q. RAV.
PROVIDENTISSIMI. PRINCIPIS. MVNIFICENTIAE. DEVOTVS
STATVAM. P.
ANNO SALVTIS. MDCC. XXXVIII
INCHOATA. CATARACTA. ET ALVEIS. BART. MASSEO
ABSOLVTA. OMNIA. IVLIO. ALBERONIO
S. R. E. CARDINALIBVS. FLAMINIAE. LEGATIS.

primo mobile di quella felicità, a cui certamente anderanno incontro dopo il regolamento, e ricapito di queſte acque.

Ravenna queſto dì 18. Ottobre 1731.

BERNARDINO ZENDRINI *Matematico della Sereniſsima Repubblica di Venezia.*

EUSTACHIO MANFREDI *Matematico di Bologna.*

LEGGI E FENOMENI: REGOLAZIONI ED USI DELLE ACQUE CORRENTI.

CAPITOLO PRIMO.

Della natura de' fluidi in generale, e della analogia che hanno co' ſolidi; o ſia, le Leggi generali del moto delle Acque.

I.

I Fluidi, come i ſolidi, hanno la loro gravità, mediante la quale, rimoſſi che ſieno o tutti o in parte gl' impedimenti, ſi pongono in movimento, accoſtandoſi, per quanto è loro permeſſo, al centro de' gravi. Le leggi di queſto movimento, da quelle de' ſolidi non ſono diverſe, ſe non in riguardo alle alterazioni, che derivano da varie circoſtanze, come ſarebbe in grazia di eſempio la minorazione del moto, che naſce dal ſoffregamento del fluido contro del ſolido continente, e dalla viſcoſità delle parti componenti il fluido ſteſſo, per cui non così facilmente queſte obbediſcono alle forze moventi &c. onde ne' fluidi

CAP.I. la legge della diſceſa de' gravi, trovata già dal celebre Galileo, dalle ſopraddette cagioni non poco viene alterata.

II.

Coſtando dalle meccaniche, che l'elemento creſcente o decreſcente della velocità di un mobile, ſta in ragione compoſta della forza, che produce il moto, e dell' elemento del tempo; ſtarà anco l'elemento di queſto in ragione diretta dell' elemento della predetta velocità, ed inverſa della forza. Parimenti eſſendo l'elemento, o ſia l'incremento momentaneo dello ſpazio percorſo in ragione compoſta dell'elemento dello ſteſſo tempo, e della velocità intiera, ſarà l'elemento del tempo in ragione diretta dell' elemento dello ſpazio, e reciproca della detta velocità: coſicchè avendoſi due quantità eguali tutte e due allo ſteſſo elemento del tempo, ſaranno anco eguali fra di loro, che perciò ſarà la velocità intiera nell' elemento ſuo infiniteſimo creſcente o decreſcente, eguale alla forza moltiplicata nell' elemento dello ſpazio, quindi per i principj del calcolo integrale ſarà anche il quadrato della velocità eguale alla doppia area fatta dalla forza, e dall'elemento dello ſpazio ne i moti creſcenti, e ne i decreſcenti il quadrato della perduta velocità ſarà eguale alla doppia area predetta.

III.

Corollario. Se la forza ſarà coſtante, come è quella che naſce dalla gravità nella diſceſa de' corpi ſopra della ſuperficie della Terra, ſarà il quadrato della velocità nella ragion compoſta del doppio ſpazio percorſo, e della forza; onde reſta manifeſto, che deſcrivendoſi una parabola conica, che abbia il parametro eguale alla doppia forza, che diremmo *ſollecitante*; l'ordinata eſprimerà la velocità per quel dato punto, e la ſaetta o abſciſſa di eſſa parabola, lo ſpazio percorſo; e da quanto ſi è detto, ſe ne deducono tutti i più celebri teoremi del movimento de' gravi, che il Galileo produſſe col mezzo e della induzione, e delle oſſervazioni.

IV.

TAV.I. *Fig.* 1. Sia VD una linea orizontale, DBQ una perpendicolare alla predetta, VBE una inclinata all'orizonte; ſe vi ſarà un mobile che abbia da cadere o per la perpendicolare, o per l'inclinata, avendo queſti la ſua forza, ch'è la gravità coſtante ed in-

va-

variabile in una data distanza dalla superficie della Terra, si potrà questa esprimere per una data linea, e sia questa QB, e sarebbe quella con cui caderebbe per la perpendicolare; ma perche questa forza varia di molto ne' suoi effetti in cadendo per lo piano inclinato VB; per determinare però il valore rispetto alla gravità assoluta, si conduca la QE perpendicolare alla VE, e l'intercetta BE esprimerà la forza, che si chiama *sollecitante* il mobile nel piano inclinato VE, attesochè la forza assoluta QB si risolve, come è noto a' Statici, nelle due QE, BE, delle quali la QE si esercita contro del piano VB, nè punto serve a promovere il mobile, onde resta la sola BE per farlo, chiamata però a tal fine *sollecitante*. CAP. I.

V.

Corollario I. E perche i triangoli QBE, VDB sono simili sarà QB. BE :: VB. BD, e però essa forza *sollecitante* sarà come il seno dell'angolo d'inclinazione, presa la lunghezza del piano inclinato pel seno tutto, e la forza, che diremmo *premente* QE sarà come il complemento del medesimo angolo d'inclinazione, come si ha da i elementi trigonometrici. Questa pressione, o *niso* QE vale quello sforzo, con cui è premuto il piano dal mobile, ed appunto secondo al principio dell'*azione* e *reazione*, vi deve esso piano col medesimo grado resistere.

V I.

Corollario II. e *Scolio*. Resta pur manifesto, che se il piano da scorrersi dal mobile è disteso in una linea retta come BV, tanto la forza *premente*, che la *sollecitante* sono date, e costanti, senza poter esser variate, se non al mutarsi della inclinazione del piano, ed in tal caso cangieranno appunto nella proporzione dei seni della inclinazione, e de' loro complementi respettivamente. Sia per esempio il peso assoluto di un grave, posato sopra d'un piano inclinato nell'angolo BVD di 30 gradi, libre 150, valerebbe la QB questo peso e questo numero, e per la trigonometria essendo come il seno tutto alla QB così il seno di gradi 30 alla BE forza *sollecitante*; sarà questa di 75 parti, e la *premente* di 130 di tutto il peso; ed è da notarsi, che la somma di queste forze eccede di molto il valore della forza assoluta, e che solamente la somma de i quadrati della *premente* e della *sollecitan-*

CAP.I. *citante* eguaglia il quadrato della forza assoluta, come porta la natura del triangolo rettangolo.

VII.

TAV.I. *Fig.2.* Ma se la strada, che far dee il mobile sia curva concava o convessa, allora le dette forze resteranno variate in ciascun punto della trajettoria: Sia questa CBV, in cui VD l'orizontale, e BE, *be* siano due tangenti in diversi punti della medesima Trajettoria, esponghi BQ la forza assoluta pel punto B, a cui supponga si arrivato con la sua discesa il mobile. Dal punto Q si cali la perpendicolare alla tangente BE, come istessamente dal punto *b* condotta la tangente *bq*, e presa *bq* eguale essa pure alla forza assoluta, si tiri altra perpendicolare *qe* alla tangente *be*, e s'intendino BR, *br* elementi della curva infinitamente piccoli, saranno per le cose, che si sono dette alli numeri IV. e V., BE, *be* le forze *sollecitanti* e QE, *qe* le *prementi*, e queste molto fra di loro diverse, e se la QB, ovvero la *qb* non fosse una forza costante come è quella della gravità, ma variante, ed espressa delle ordinate della curva HFZ, ne deriverebbero varie formule di forze centrali, l'indagar le quali non è del presente Trattato.

VIII.

TAV.I. *Fig.3.* Se saranno due piani, uno inclinato BV, e l'altro perpendicolare all'orizonte BD, che abbiano ad esser percorsi da un mobile respettivamente; si cerca la velocità che avranno ne' due punti d'orizonte K e T, che devonsi intendere di livello. Rappresenti dunque QB la gravità assoluta del mobile, e fatto il triangolo rettangolo QBE, dinoterà QE la forza *premente* il piano VB, come la BE la forza *sollecitante* il mobile nel medesimo, per il numero V. All'asse VB si descriva la parabola conica BRC, col parametro, che sia la quarta proporzionale con la lunghezza del piano BV, col seno dell'inclinazione BD; e con la doppia QB esprimente la gravità, condotta l'ordinata KR, valerà questa la ricercata velocità del mobile nel punto K. Parimenti all'asse BD si faccia un altra parabola BS di parametro eguale alla doppia QB, e prodotta la KT in S sarà TS ordinata di questa nuova parabola pur eguale alla velocità in T del mobile discendente per la perpendicolare BD, e saranno eguali le velocità in K e T del mobile che percorre ed il piano inclinato, e quello a piombo.

Dimo-

Dimoſtrazione: Perche i triangoli VBD, QBE ſono ſimili, CAP. I.
ſarà l'analogia VB. BD :: QB. BE quale BE ſarà eguale alla forza *follecitante*, e perche per il numero III. il doppio ſpazio percorſo KB moltiplicato con la forza BE è come il quadrato della velocità, adunque l'ordinata KR della parabola BRC rappreſenterà la velocità competente a queſto punto, come anche il doppio ſpazio BT moltiplicato nella forza della gravità aſſoluta QB, valendo il quadrato della velocità, eſporrà la TS ordinata della parabola BS la velocità riſpondente al punto T. Eſſendo poi per i conici il quadrato di RK eguale al rettangolo ſotto di KB e del parametro della parabola CRB, cioè KB × 2BE, e così il quadrato di TS eguale al prodotto di BT in 2QB, e per i triangoli ſimili QBE, BKT eſſendo QB. BE :: KB. BT ſarà anche 2QB. 2BE :: KB. BT, e 2QB ſarà in ragion compoſta della diretta di 2BE × KB e della inverſa BT, onde ſe ſi ſoſtituirà queſto valore della doppia QB nell' egualità di TS quadrato col rettangolo BT in 2QB ſarà KR quadrato al TS quadrato come 2BE × KB a 2BE × KB, vale a dire, rimarrà TS eguale a RK, e perciò le velocità del mobile ne' punti T ed S del medeſimo orizonte ſaranno eguali, il che era da trovarſi e da dimoſtrarſi.

Ovvero più brevemente. Per la natura delle parabole ſaranno i quadrati di RK e di TS eguali alli rettangoli 2BQ × BT, 2BE × KB. Ma BQ. BE :: KB. BT. per i triangoli ſimili, dunque BQ × BT eguale a BE × KB, dunque 2BQ × BT eguale a 2BE × KB, dunque li quadrati di RK e di TS eguali, e perciò anco RK eguale a TS; il che &c.

IX.

Corollario. Si può adunque prendere le velocità competenti tanto ſopra la parabola del piano inclinato, quanto ſopra quella del perpendicolare, giacchè e nell'uno e nell'altro punto corriſpondente ſono eguali, come ſi è dimoſtrato: anzi d'ordinario deſcriveſi ſolamente la parabola della perpendicolare per dinotare la velocità di qualunque piano inclinato, baſtando che dal dato punto in queſto venghi condotta una orizontale, che termini alla parabola.

Se

X.

Se saranno diversi piani inclinati come BV, B*u* &c. le forze *sollecitanti* BE, B*e*, saranno reciprocamente come le lunghezze de' piani percorsi, mentre per la similitudine de' triangoli BQE, KTB; BQ*e*, B*k*T saranno le analogie BE. BQ :: BT. KB, come pure B*e*. QB :: BT. B*k*, adunque BQ in ragione composta della diretta di KB e BE ed inversa di BT, e parimenti nella diretta di B*k*, B*e* e reciproca di BT, e perciò il rettangolo sotto di KB, BE sarà eguale al rettangolo sotto di B*k*, B*e* e per conseguenza BE. B*e* :: B*k*. KB.

TAV.I. *Fig.* 4.

In altro modo si può dimostrare come segue: Essendo KB. BT :: QB. BE sarà BE in ragion composta della gravità e dell' altezza del piano, e della inversa della lunghezza. Il medesimo sarà di B*e*, ma la gravità e l' altezza sono costanti ne' piani proposti, dunque BE a B*e* in reciproca delle lunghezze; il che &c.

XI.

Corollario. Nè essendo il piano perpendicolare BT se non un piano sommamente inclinato all'orizonte, sarà ancora la forza *sollecitante* BE alla forza *assoluta* della gravità QB, nella reciproca ragione della lunghezza de' piani BT e KB.

XII.

Per conoscere la forza viva, che il mobile avrebbe in scendendo pel piano inclinato in qualunque punto K, oppure, ch' è lo stesso, la resistenza che vi si ricercasse per ridurlo alla quiete nel detto punto K, sicchè perdesse affatto il suo concepito momento, basterà moltiplicare la massa del corpo che scende, col quadrato della velocità, cioè (immaginandosi descritta la parabola BS e prodotta KT in S) con TS quadrato, onde per esprimere l'aggregato di tutte queste forze per i diversi punti del piano, bisognerà concepire un solido raffermato da due parabole, i di cui assi formino sopra il lato del quadrato, un triangolo isocele mistilineo, qual quadrato sia quello delle ordinate delle medesime parabole, e da una superficie convessa che termina in un punto, cioè nel vertice delle stesse parabole, vale a dire, per il quadrato CEDB; per le parabole AE, AD, che convengono nel punto A, per il triangolo mistilineo isocele CAB, e per la superficie

TAV.I. *Fig.* 5.

ficie conveſſa ADE, ovvero per il quadrato *cedb*, per le parabole Ae, Ad, per il triangolo *c*A*b*, e per la ſuperficie A*de*. CAP. I.

XIII.

Scolio. E' nota la controverſia che verte fra i Matematici ſopra dell'antedetto principio del valore delle forze *vive*, tali chiamandoſi quelle di un corpo, che ſi trova nell'attuale movimento, a differenza delle forze *morte*, che in altro non conſiſtono ſe non nello sforzo o conato al moto di un corpo, che ſi trovi in quiete, e che abbia ſolamente la forza di moverſi in potenza: tal forza *morta* viene miſurata dal peſo del corpo (parlando de' gravi, che tendono al centro della Terra) o ſia dalla maſſa del medeſimo in date diſtanze dalla ſuperficie della Terra; nè intorno di queſte forze *morte* cade controverſia alcuna fra Statici, come cade nella miſura delle *vive*; mentre alcuni penſano, che queſte poſſano confonderſi, come le confondono di fatto coll' impeto del corpo moſſo, o con la quantità del di lui moto, facendole come la maſſa moltiplicata nella velocità; dove altri, non accordando il detto principio, diſtinguono e l'impeto, e la quantità del moto predetto, dalla forza *viva*, che vogliono formarſi dalla maſſa nel quadrato della velocità. Fondaſi l'opinione de' primi in quell' aſſioma filoſofico, che gli effetti debbano eſſer proporzionali alle loro cagioni, o per meglio dire, che il totale effetto eſaurir debba tutta quella cauſa, da cui deriva; negando i ſecondi, che il moto del corpo, o ſia la quantità del di lui moto, o l'impeto del medeſimo ſia l'intiero ed adeguato effetto della potenza agente, volendo che l'effetto intiero ſia lo ſpazio, al quale un grave, per eſempio, potrebbe aſcendere in forza della potenza, che lo muove, il qual ſpazio, nè meno ſecondo al ſentimento dello ſteſſo Carteſio fautore della prima opinione, non deve confonderſi, nè con il tempo, nè con la celerità del mobile. Quindi la più retta e genuina ſpiegazione della miſura delle forze *vive* ricavano i ſecondi dalle reſiſtenze, che vincer dee un corpo moſſo, ſtimando queſte eſſer la vera ed adeguata miſura di ciò che cercano: Che però ſopra un tal principio, la ſteſſa gravità è da conſiderarſi come una reſiſtenza, comecchè queſta impediſce, che il corpo moſſo non ſaliſca, ſe non ad un certo determinato punto dello ſpazio, oltre di cui, eſtinti già tutti i gradi della forza *viva*, non può progredire: miſurano pertanto la detta forza *viva* col moltiplicare il peſo, o la maſſa in

detta

CAP.I. detta altezza dello ſpazio, la qual altezza eſſendo nel fatto de' gravi cadenti, come il quadrato della velocità, tal prodotto valerà la forza *viva*. Stanno per la prima opinione il Galileo, il Carteſio, il Newton, il Varignon, il Padre Abate Grandi, ed altri Matematici di chiaro nome; e per la ſeconda l'Ugenio, il Leibnizio, il Bernoulli, l'Ermanno ed altri molti inſigni Statici: noi per forti motivi avvalorati da irrefragabili ſperienze, ſeguir dobbiamo queſti ultimi. Per altro inſiſtendo nell' ipoteſi de' primi, la formula eſprimente la forza, ſpiegata nel numero precedente, non ſarebbe già quella del ſolido, di cui s'è detto, ma la ſemplice parabola.

XIV.

Nelle acque correnti contenute fra ſponde o parallele, o in qualſivoglia modo inclinate, quando eſſe acque ſieno ridotte allo ſtato di *permanenza*, cioè che nè creſchino per aggionta di nuova acqua, o per qualche impedimento inferiore che le trattenghi, nè decreſchino per mancanza di una data e coſtante ſopravenienza, oppure per il levarſi loro qualche oſtacolo, onde reſti più di prima facilitato lo ſcarico, paſſerà per ogni ſezione una data ed eguale quantità di acqua, e queſto è principio fondamentale di queſta ſcienza, e su di cui s'appoggiano i più utili Teoremi di eſſa, ſenza che patiſca nè in pratica, nè in teorica eccezione alcuna.

XV.

Per velocità di un' acqua corrente, quando non ſi noti altra circoſtanza, intender vogliamo un movimento delle parti dell' acqua da per tutto uniforme, detta anche tal velocità dagli id- metri *media* o *ragguagliata*; per altro a ſuo luogo ſi conſi- ranno poi le velocità diformi, con il modo di ridurle *rag- te* o *medie*; ciò ſuppoſto, eſſendo la quantità dell'a- paſſa per una ſezione di qualunque fiume, rido- ſtato di permanenza, in ragion compoſta de- cità, dell'altezza viva, e della larghe- ne deriva, che in ogni altra ſezione de- cor- rer debba la ſteſſa proporzione, a- modi variarſi gli elementi predetti. V- no regi- ſtrati dal chiariſſimo P. Ab. Gra- cque, che riſultano dalle diverſe ſup- tanti quan- tità

tità de' predetti elementi, e ſono queſti i Teoremi generali appoggiati a verità incontraſtabili di tutta la dottrina delle acque. CAP. I

XVI.

Scolio. Si chiami in grazia di eſempio la quantità dell'acqua ſcaricata da una ſezione di un fiume Q; la velocità, larghezza, ed altezza dell'acqua nella ſezione reſpettivamente V, L, A, il tempo in cui ſegue lo ſcarico T; Parimenti la quantità ſcaricata da un'altra ſezione o del medeſimo, o di un altro fiume ſia *q*, e gli elementi predetti *u*, *l*, *a*, *t*; ſarà l'analogia per il numero precedente Q. *q* :: ALVT: *alut*, onde ſe Q = *q*, ſarà ancora ALVT = *alut*, e ſe inoltre V = *u* ſarà LAT = *lat*, ovvero T. *t* :: *al*. AL, vale a dire, che i tempi dello ſcarico ſaranno nella ragione inverſa delle ſezioni. In oltre, tenendoſi la medeſima ipoteſi di Q = *q*, ſe ſarà T = *t*, s'averà LAV = *lau*, e però V. *u* :: *la*. LA, cioè le velocità in ragione contraria delle ſezioni; e ſe L = *l* ſarà AVT = *aut*, ovvero T. *t* :: *au*. AV; che però date le larghezze delle ſezioni eguali, ſaranno i tempi in ragione reciproca del prodotto dell'altezza viva, e della velocità, e così in qualunque altro modo, ſuppoſti i dati, naſcono altre analogie come reſta manifeſto, ſenza immorar di vantaggio in coſa da ſeſteſſa aſſai facile.

XVII.

Un'acqua, che contenuta fra ſponde parallele diſcenda nel piano inclinato AC, non potrà mantenerſi in tutti i punti ſucceſſivi del piano predetto la primiera altezza AF di ſua ſezione, ma di mano in mano diſcendendo, anderà ſcemando l'altezza nelle ſezioni BE, CD &c. (ſuppoſto il tutto ſenza reſiſtenze, ed il piano ſenſibilmente inclinato) mentre ſe BE, CD ſi manteneſſero eguali nell'altezza ad AF, avendo l'acqua in CD, e BE maggior velocità, a cagione del piano inclinato, e preſcindendo dalle reſiſtenze, di quello abbia in AF, dovrebbe in dette ſezioni diſcontinuarſi nel proprio corpo: coſa che non ſuccede, e per il numero XIV. allorchè la ſuperficie ſia ridotta allo ſtato di permanenza, paſſando per ciaſcheduna ſezione una eguale quantità di acqua, ne naſce, che tutte le BE, CD &c. debbano farſi minori, a miſura, che ſi diſcoſtano dal principio A. TAV. I *Fig.* 6.

Ovvero più brevemente: eſſendocchè le velocità ſono in reciproca ragione delle altezze, ſuppoſta data, e coſtante la larghez-

CAP.I. za, ne deriva, che le velocità debbano creſcere diſcoſtandoſi dal principio; adunque devono calare le altezze.

XVIII.

Benchè le BE, CD dinotino l'altezza dell'acqua ne' punti B, C, nientedimeno ciò non ha verun rapporto col ſolido, che nel medeſimo piano ſcendeſſe per l'azione della propria gravità; imperocchè le particelle componenti l'acqua per tutta l'altezza BE, trovandoſi realmente diſtaccate le une dalle altre, aver devono anche tutti i loro movimenti ſeparati, il che non può ſuccedere ne' ſolidi, ne' quali, per eſſer le loro particelle componenti collegate aſſieme, muovonſi come una coſa ſola, rimanendo ogni particella moſſa dalla ſteſſa forza, e regolato il tutto dal centro di gravità d'eſſo corpo. Dal che ſi ricava, che tutte le parti minime dell'acqua per tutta l'altezza BE ſi potranno muovere con velocità diverſe; quindi per ridurre a calcolo l'impeto, che eſſa avrebbe in queſta ſezione, converrebbe raccogliere aſſieme tutte queſte velocità, e ricavarne la media, col ſervirſi poi di queſta pel calcolo ricercato. Ben è vero, che ſe il piano AC è molto inclinato, e l'altezza BE non molto conſiderabile, ſi potrà prendere la velocità competente al punto B per coſtante in tutti gli altri punti dell'altezza BE, e ciò ſenza errore ſenſibile.

XIX.

Conſiderando la forza viva dell'acqua, ch'è una affezione differente dalla quantità del moto, ne' varj punti del piano inclinato, eſſa forza, non oſtante il renderſi ſempre minore l'altezza della ſezione più che il punto in quiſtione è lontano dal punto A origine, può ſempre aumentarſi in diſcendendo; concioſiacoſacchè, diminuendoſi l'altezza delle ſezioni, creſcono le velocità, e componendoſi la detta forza dall'area della ſezione, e dal quadrato della velocità, ed aumentandoſi in maggior proporzione i quadrati, che non fanno i lati de' medeſimi, dovrà la detta forza creſcere, non con quella proporzione però, che anderebbe aumentandoſi quella d'un grave ſolido, che ſcendeſſe per lo ſteſſo piano. Chi dunque ſupponeſſe un grave di peſo variabile, di cui la maſſa ne' varj punti del piano inclinato, foſſe come le reſpettive ordinate BE, CD &c. queſto tal corpo variante, avrebbe la medeſima forza, che l'acqua della ſezione d'un fiume dentro le dette circoſtanze; e ſarebbe ridotta la legge delle forze de' ſolidi diſcen-

ſcendenti a quella che oſſervano i fluidi, conſiſtendo in ciò una delle più rimarcabili differenze, che fra queſti corra, per rapporto a' fenomeni de' loro movimenti. CAP. I.

X X.

Le forze vive delle ſezioni di un fiume medeſimo ſono fra di loro come le velocità reſpettive; imperocchè eſſe forze ſono fra di loro in ragione delle maſſe o ſezioni, e del quadrato della loro competente velocità; ma una ſezione nella ſua velocità, deve eſſer eguale all'altra ſezione nella ſua velocità, ſecondo i principj communi dell'idrometria; adunque le dette forze ſaranno fra di eſſe nella ragione delle loro reſpettive velocità.

CAP. II.

CAPITOLO SECONDO.

Della uſcita dell' Acqua da' lumi ſemplici de' Vaſi; ſue leggi, e fenomeni.

I.

NE' vaſi, che abbiano aperto un foro di qualunque figura nel loro fondo, quando preſcindaſi dalle reſiſtenze interne del Vaſo, ed eſterne dell'aria, dalla viſcoſità dell'acqua, e da ogni altra circoſtanza, non ſi vede coſa in contrario, che perſuader poſſa, che quella tal acqua in uſcendo dal detto foro, allorchè il vaſo ſia ſempre tenuto con la medeſima altezza dell' acqua, non abbia a moverſi di moto accelerato, atteſocchè eſſendo realmente ogni minimo componente dell' acqua un grave, e tutti eſſi minimi, eſſendo affetti dalla medeſima azione della gravità, non potrà quello che verrà dietro al primo, al ſecondo, al terzo &c. dare verun impulſo a quello, che lo precede, nè molto meno venir ritardato; tanto anche fu eſpoſto dal Guglielmini nella prima delle due lettere idroſtatiche indrizzate al chiariſſimo Leibnizio, e che ſi leggono e nella Miſcellanea Italica del Roberti, e nella Raccolta degli Autori ch' hanno ſcritto delle acque, ſtampata in Firenze. Se dunque e l' acqua, ed ogni altro fluido uſcente da' Vaſi hanno una tal legge, avranno altresì quella, che le loro velocità all'eſcire, dopo incominciato il fluſſo, ſtiano in ragione ſuddupplicata delle altezze di eſſi fluidi, appunto come reſta ſpiegato al numero III. del Capitolo precedente, e la ſcala di queſte velocità ſarà una parabola conica, come pur è notato al numero VIII. del medeſimo Capitolo.

II.

Accelerandoſi dunque il moto del fluido nel Vaſe ABCD all' uſcire che ſa dal foro FG, e ſucceſſivamente in tutti gli altri punti di mezzo nella perpendicolare al centro del foro IK, nè dovendo queſto diſcontinuarſi, nè abbaſſarſi di livello dalla ſua ſuperficie EH, ed avendo però per li numeri XIV e XV del precedente Capitolo a paſſare in tutte le ſezioni poſte fra K ed I una egual quantità di acqua, dovranno però anche le ſezioni eſſer reciproche con le velocità reſpettive; quindi ſe queſta legge

TAV. I *Fig.* 7.

deve

deve ſuſſiſtere, non potranno eſſe ſezioni eſſer eguali, ma maggiori, e maggiori a miſura, che ſi accoſtano al punto K; ed ecco la preciſa neceſſità di conſiderare in movimento non ſolamente quell' acqua che a perpendicolo ſovraſta al foro FG, ma anco molta della laterale, perche ridotto il fluſſo allo ſtato di permanenza, deve ſenz' altro formarſi l'infundibulo EFGH, che diſtinguerà il moto vivo dell'acqua, dal moto contenuto ne' ſpazj EBF, HGC, come acutamente fu aſſerito dal celebratiſſimo Newton ne' ſuoi *Principj della natural Filoſofia:* in oltre, e come mai le particelle ſommamente mobili dell'acqua, potrebbero tutte, a riſerva delle imminenti a piombo ſopra del foro, ſtarſi immote e rigide, ſe la ſteſſa ſabbia dell'oriuolo a polvere, benchè di figura sì irregolare, ed in paragone dell'acqua cotanto reſiſtente al moto, pur ſi conforma in una ſpecie di cono, qualor eſce pel ſuo foro ſenza agitazione eſterna? Vi concorrono dunque nell'uſcita dell' acqua i moti laterali, ed il moto vivo ſi propaga aſſai più de' limiti del foro, eſſendo affatto impoſſibile, che ſi poſſa formare un pariete rigido, e a piombo d' acqua, come dall' altra parte ha tutti i numeri dell' evidenza, e di una naturale inalterabile neceſſità il dilatarſi eſſo moto vivo, come ſi è eſpoſto. CAP. II.

III.

Sarebbe aſſai facile il ridurre a calcolo la quantità dell'acqua uſcente dal lume FG col conformarla in un cilindro o priſma, che aveſſe queſta ſteſsa baſe, ed una certa altezza, ſe qualche circoſtanza non l'imbarazzaſse. Poſte dunque le ſteſse coſe, come ſopra, e ſupponendo per ora, che la quantità dell'acqua, ch' eſce dal Vaſo per FG, ſia in ragione compoſta del tempo, del lume, e della velocità CM, o C*m*, eſsendo per la natura della parabola CM o C*m* in ragione ſuddupplicata delle altezze CD, CH, e de' reſpettivi parametri, i quali per il numero III. del primo Capitolo, ſono come il doppio di una linea, che ne rappreſenti la forza o la gravità; ſarà dunque la detta quantità uſcente in ragion compoſta del tempo, del lume, e della ſuddupplicata delle reſpettive altezze CD, CH, e della linea predetta dinotante la gravità.

IV.

Ed ecco, come nel Vaſo ABCD in qualunque modo aperto nel ſuo fondo, ſi poſsa dare l'inegual moto dell'acqua, e ſalvarſi anche l'accelerazione che ha il medeſimo con gli altri gravi, e ciò me-

CAP. II. mediante le ineguali ſezioni, nelle quali realmente divider ſi dee tutta eſs' acqua, qualor ſi concepiſca poſta in movimento; difficoltà, che per non eſſer ſtata mai direttamente incontrata dal Guglielmini, non ha potuto appieno riſolvere nelle accennate ſue lettere idroſtatiche le obbiezioni fattegli dal Papino, regiſtrate negli atti di Lipſia dell'anno 1691, comprendendoſi anche da queſto, come tanto nel piano inclinato, che nel perpendicolare ſi ſalva l'identità dell'operare della natura, ſempre coſtante nelle proprie leggi ed effetti. E' poi oſſervabile, che ſe un vaſo foſſe tutto aperto nel ſuo fondo, e foſſe ſempre tenuto alla medeſima primiera altezza, che ciò non oſtante l'acqua in eſcire non conſerverebbe lo ſteſso diametro dell' apertura del Vaſe, ma reſtringerebbe la ſua *vena*, concorrendo a far queſto e le reſiſtenze del Vaſo, e quelle dell'aria, oltre molte altre cagioni, che ſono ſtate ne' precedenti numeri ſufficientemente conſiderate.

V.

Scolio I. Eſsendo che le principali ſperienze per rintracciare la quantità del moto de' fluidi, ſono ſtate fatte, e ſi fanno ancora ne' Vaſi, che contenendo dell'acqua, la traſmettono per qualche foro aperto o ne' loro fondi, o ne' loro pareti in altri recipienti; ci accade però di dovere intorno a queſti fare le opportune rifleſſioni, e da' fenomeni oſservati da diligentiſſimi Uomini, raccogliere le leggi del moto predetto, così per lo ſtato *permanente* di eſs' acqua, tenuta cioè ſempre al medeſimo livello, come per lo *variante*, alla ſteſsa altezza non conſervata. Fu dottrina del chiariſſimo Evangeliſta Torricelli, che le acque uſciſsero da' lumi de' Vaſi con una velocità in ragione ſuddupplicata delle altezze della medeſima acqua; tale propoſizione reſtò poi confermata da molti ſperimenti praticati dai dottiſſimi Mariotte, e Guglielmini, e poi con una del pari elegante ed ingegnoſa dimoſtrazione del rinomatiſſimo Signor Giovanni Bernoulli fu la ſteſſa a *priori* dimoſtrata, come ſi regiſtra in uno ſchediaſma del fu Signor Ermanno negli Atti di Lipſia 1716. Eccone un' altra: Sia f una forza coſtante, ds uno ſpazio infiniteſimo per cui ſi muova l'acqua, q la quantità ch' eſce da un foro in un tempo pur infiniteſimo dt: ſarà l'equazione ſecondo a' principj della Statica $2ffds = quu$ (dinotando u la velocità,) dicaſi in oltre l il lume per cui eſce l'acqua nel tempo $dt = \frac{ds}{u}$, g la gravità della medeſima ac-

qua,

qua, ed a l'altezza a cui viene costantemente mantenuta, sarà $q = \int ludt = \int \frac{luds}{u} = \int lds$, dunque $2f = luu$, ma $f = gla$, e perciò $2ga = uu$ ed $u = \sqrt{2ga}$, ovvero per la costante $2g$, $u = \sqrt{a}$: perlocchè corroborata questa legge dalla ragione e dalle osservazioni, non rimane più luogo da dubitare, ch' ella non sia fatta secondo l' operar della natura. Il Castelli, che primo di ciaschedun altro ridusse la ragione delle acque correnti ad essere appoggiata alla Geometria, e dopo di lui il Barattieri, il Cassini, ed il Montanari, considerando le velocità de' fiumi, non credettero conforme al vero il servirsi in questi della legge sopradetta, cioè ch' esse fossero in ragione suddupplicata delle altezze, computando queste dall' orizontale, che s' intendesse passar per l'origine del fiume in quistione, ma furono di parere che le dette velocità stessero nella semplice ragione delle medesime altezze, alla qual asserzione si oppose poscia il Guglielmini nel Trattato *della natura de' Fiumi*. Più innanzi procureremo di fare col mezzo di molte osservazioni un esatto criterio di queste due opinioni, comecchè servono di base a molta parte di ciò che spetta all' acque correnti.

CAP. II.

V I.

Scolio II. Ne' vasi o conserve, destinate a scaricar dell' acqua, molte cose vi sono da considerare: sono le principali, I. *La velocità dell' acqua dentro del vase*. II. *La velocità della medesima all' uscire dall' emissario*. III. *La quantità dell' acqua, che esce, e questa o prescindendo dalle resistenze, oppure ponendole in conto*. IV. *Il tempo che si consuma in scaricarsene una data mole*. V. *La forza con cui ella esce, ed è valevole a far impressione sopra d' un corpo resistente*. VI. *Le resistenze de' pareti, e dell' emissario*. VII. *La contrazione della vena, che l'acqua acquista dacchè è uscita dal lume, e la cagione perche nasca un tal fenomeno*. VIII. *La differenza che vi è nello scarico unendo all' emissario un tubo sì in riguardo alla lunghezza di questo, sì alla larghezza e figura del medesimo*. IX. *La figura de' Vasi*. X. *Il sito e forma de' lumi, per i quali si versa l' acqua*. XI. *La fermezza, che devono avere i Vasi per contenere l'acqua*. XII. *E finalmente, l' impedimento del moto, allorchè il lume o semplice, o armato di tubo scaricasse dell' acqua, se tali emissarj stessero immersi nell' acqua stagnante:* ch' è dal più al meno tutto quello, che concerne la dottrina del moto dell'acque ne' Vasi.

Sia

VII.

CAP. II. TAV. I *Fig.* 8. Sia il vaſe ACDB tutto ripieno di acqua, ed abbenchè ſia aperto in PO, s'intenda però tenuto ſempre pieno ſino in CA. Si prenda AR eguale all'unità, e per i punti R ed N ſi conduchi il ſemicircolo RNS, il di cui centro ſia I: parimenti prodotta la NM, ch'è una retta perpendicolare, che paſſa per lo centro del lume PO, ſino in T ſi faccia MT eguale ad AR o all'unità, e per i punti T, O s'intenda fatto il mezzo circolo TOV col centro H, che tagli MN in V; prodotta poi CA in E ſino che AE ſia eguale a AS per i punti E e B col parametro eguale ad AR intendaſi deſcritta la parabola conica EB, il di cui vertice ſia B, ed a cui ſi ordini KW eguale ad MV, ſe ſi farà AZ eguale a BK abſciſſa della parabola, ſarà il punto Z il più alto, come il punto O il più baſſo dell'iperboloide ZQO del quarto grado, in cui ſi conformerà l'acqua in uſcendo pel lume PO, coſicchè dalla rotazione di queſta curva intorno all'aſſe MN verrà deſcritto l'infundibulo ZOPX, che ſalverà la legge ſpiegata al numero II. di queſto Capitolo. Condotte al detto iperboloide le ordinate XYZ, GLQ eſſendo QL^2. OM^2 :: $\surd NM$. $\surd LN$ cioè in ſuddupplicata di NM e di LN; ed eſſendo pur tale la ragione che ſi ricerca pel movimento dell'acqua, che diſcende, mentre qualunque ſezione LQ, o la ſua doppia GQ ſta come i quadrati di LQ oppure di GQ: così l'orificio PO o MO ſta come il quadrato di PO, oppure di MO: reſta manifeſto, che queſta curva ſalva i fenomeni della diſceſa dell'acqua dentro de' vaſi aperti nel fondo, come in PO. Che poi il punto Z debba eſſere il più alto nel caſo preſente, e reſti determinato, quando AZ reſta eguale all'intercetta BK della parabola BWE ſi dimoſtra nel modo che ſegue: Eſſendo per la natura della parabola ſteſſa il quadrato di AE, ovvero di AS al quadrato di KW, o di MV, come l'abſciſſa AB all'abſciſſa KB, o alla ſua eguale per la coſtruzione AZ, ſarà dunque AS a MV in ſuddupplicata ragione di AB ad AZ, e per la natura de i circoli, eſſendo il quadrato di AN eguale al rettangolo di AS in AR, ed il quadrato di MO eguale al rettangolo di MV in MT, ed eſſendo AR, MT eguali per la coſtruzione all'unità ſarà l'analogia; come il quadrato di AN al quadrato di MO, così la AS alla MV, adunque il quadrato di MO ſarà pur in ragione ſuddupplicata di AB ad AZ.

Ovvero più brevemente: eſſendo il quadrato di AN ovvero

di

di ZY al quadrato di OM, così AS ovvero AE ad VM, ovvero KW per la natura del circolo, dunque il quadrato di ZY al quadrato di OM, come AE a KW; ma per la natura della parabola AE a KW, così la dimidiata di AB alla dimidiata di AZ, dunque il quadrato di ZY al quadrato di OM, così la dimidiata di AB alla dimidiata di AZ; il che era da dimostrarsi. CAP. II.

VIII.

Corollario. Perche dunque la AZ non può diventare nulla; se non quando NA sia infinita, ne deriva, che NA sarà uno degli asintoti di questa iperboloide, e che solo ne' vasi di una infinita larghezza può restar immobile parte dell' acqua fino alla sommità, ma che in tutti i vasi di una altezza determinata, si dà uno spazio più e meno dilatato in cui tutta l'acqua si muove, vale a dire, per tutto quello che giace oltre del punto Z, il quale sarà sempre d'una altezza eguale alla quarta proporzionale del quadrato di AS, del quadrato di MV, e dell' altezza del vaso AB, e volendo ciò determinare in numeri, supponendo la larghezza del vaso AC di 40 once, NA di 20, l'altezza AB di 100, il diametro del foro PO di 10, ed MO di 5, sarebbe la AZ ricercata un $\frac{1}{4}$ di oncia: Resta pur manifesto, che l'altro asintoto dell' iperboloide sarà NM, non potendo l'ordinata LQ se non ad una infinita distanza unirsi con la NM.

IX.

Abbenchè le velocità delle acque correnti, ch'escono da' lumi de' Vasi, sembri che debbano esser semplicemente regolate dalle altezze dell' acqua esistente nel Vase, nientedimeno sensibile differenza vi è fra il moto dell' acqua, ch' esce da' lumi aperti nel fondo, e fra quelli fatti ne' lati, non ostante che le altezze delle acque si mantenghino le stesse: nasce ciò, perche il foro aperto nel fondo ha l'acqua premuta egualmente da per tutto, prescindendo dalle resistenze, dove ne' fori laterali la pressione dell' acqua non può agire con la medesima forza in tutti i punti del lume, essendo più premute le infime particelle dell' acqua vicine al fondo, che le più distanti da questo, onde l'aggregato delle velocità, che nel foro laterale si esercitano, sarà sempre minore dell' aggregato delle velocità, che spingono fuori l'acqua dal lume orizontale.

CAP. II.

X.

Perche le velocità delle acque correnti, poſſono eſſer di una diverſa intenſione ne' varj punti della ſteſſa perpendicolare, perciò coll'oggetto che venghino rappreſentate in una figura è coſtume di ordinarle tutte ad una linea retta perpendicolarmente, e far che terminino ad una curva, la di cui natura dipende poi dal vario grado di eſſe velocità, chiamandoſi queſta communemente nel linguaggio de' Geometri *Scala delle velocità*. Sia l' altezza di una ſezione di un' acqua corrente AC ad angoli retti, a queſta ſiano condotte AB, EF, CD &c. ciaſcheduna delle quali eſponga reſpettivamente la velocità dell' acqua ne' punti A, E, C, e con tal legge potendoſi inalzare infinite perpendicolari, ſaranno tutti i punti eſtremi di eſſe B, F, H, D terminati in una linea curva o retta, a miſura del grado delle dette velocità: la natura della qual linea o ſcala ſarà determinata dalla ragione di EF ad AE, o di CD ad AC che ſono le di lei funzioni, come vengono dette da' Geometri; e perche tutte queſte ordinate ſi poſſono conſiderare come altrettanti ſpazj percorſi da un mobile in un dato tempo con una velocità alle ſteſſe linee reſpettivamente proporzionale; perciò queſti ſpazj potranno ancora eſſer dinotati da dette reſpettive ordinate. In oltre ciaſcheduna ordinata AB, EF, CD &c. potendo venir conſiderata come un filamento di acqua, e tutti queſti filamenti eſſendo d'una eguale groſſezza, pertanto ſaranno eſſi priſmi o cilindri di eguali baſi, e di differenti altezze; e queſti corpi rappreſenteranno la quantità dell' acqua, che nel tempo in cui viene ſcorſo lo ſpazio KH con le velocità KH, uſcirà per i punti fiſici, o baſi A, E, C &c. e l' aggregato di tutti i detti corpi, empiendo l' area ABDC, ſarà da queſta connotata la quantità dell' acqua, che in detto tempo uſcirà per l'altezza AC.

TAV. I. *Fig. 9.*

XI.

L'area ABCD, moltiplicata nella larghezza del lume o ſezione, eſprime la quantità dell'acqua, ch' eſce in un dato tempo pel lume o ſezione predetta, e ſe la larghezza di queſta è coſtante, ſarà la quantità dell'acqua come l'area ABCD, e per maggior facilità riducendo al calcolo l'eſpreſſione; ſe diremo eſſa larghezza z; AM, x; AB, y; MC, a ed AC, $a-x$; ſarà nel primo caſo la quantità dell'acqua $M-z\int y\,dx$, e nel ſecondo

Q—

$Q-\int ydx$ ($\int$ indica la ſomma degl'elementi, ch'entrano a comporre l'area, ed M, Q quantità coſtanti da determinarſi.) Se dunque a queſt'area, che può eſſer curvilinea, ſoſtituiremo un'area rettilinea rettangola ed eguale a quella, eſprimerà eſſa l'aggregato di tutte le velocità, ed inſieme la quantità dell'acqua che dentro un aſſegnato tempo può ſomminiſtrar la ſezione; i lati dunque di queſto rettangolo reſtino eſpreſſi per m & u, ſarà l'equazione $Q-\int ydx = mu$: Che ſe uno di queſti due lati, come m ſi farà eguale ad AC, $a-x$ in tal caſo ſi ridurranno le due aree rettilinee, o curvilinee ad avere la ſteſſa altezza, e l'equazione diventerà $Q-\int ydx = u \times \overline{a-x}$, onde $u = \frac{Q-\int ydx}{a-x}$; pertanto facendoſi CG eguale ad $AI = \frac{Q-\int ydx}{a-x}$, e conducendoſi IG parallela all'aſſe AC, ſi averà il rettangolo AICG eguale all'area ABDC, e la AI ovvero KH, condotta dal punto dell'interſecazione della GI con la curva, ſarà quella, ch'eſprimerà la *velocità media*, o *ragguagliata*, con la quale ſe ſi moveſſe l'acqua in tutti i punti del lume, o della ſezione, farebbe tanto cammino, quanto realmente ne può fare in movendoſi con le velocità ineguali terminate alla curva BHD, onde l'una per l'altra ſi può ſoſtituire, anzi per facilità de'calcoli, ſarà più eſpediente di ſervirſi delle velocità *medie*, che delle effettive. CAP. II.

XII.

Ma queſta velocità *media* ſi trova aſſai facilmente nel modo che ſegue: ſupponendo che la curva della velocità ſia la parabola MBD, coſicchè l'area ABDC raffermi l'aggregato di tutte eſſe, eſſendo AB minima e ſuperficiale, e la CD la maſſima del fondo; ſi produca BA in Z, coſicchè AZ ſia eguale alle due terze di CD, e per il punto Z ſi tiri la CZQ che reſti pur tagliata in Q dalla MQ parallela alla BZ; indi ſi faccia AY eguale alle due terze di AB, e ſi tiri la CYT, poi per il punto A ſi conduchi la AN parallela a CYT; ſe ſi ordinerà la EF eguale alla QN nella parabola MBD, e dal punto F ſia condotta la GH parallela all'aſſe MC, ſarà il rettangolo AHGC eguale all'area parabolica ABDC, ed EF ſarà la ricercata *velocità media*. Perche ne'due triangoli ſimili CZA, CQM corre l'analogia AC. CM :: AZ. QM :: $\frac{2}{3}$ CD. QM per la coſtruzione, ſarà il rettangolo $\frac{2}{3}$ CD × CM eguale al rettangolo di AC in QM: parimenti TAV. I. *Fig.* 10.

CAP. II. per i triangoli simili CAY, ANM. essendo CA. AM :: AY. MN :: $\frac{3}{2}$ AB. MN. sarà il rettangolo $\frac{3}{2}$ AB × AM eguale al rettangolo di MN in AC; ma la differenza dei due rettangoli $\frac{3}{2}$ CM in CD, e $\frac{3}{2}$ AM × AB vale lo spazio parabolico ABDC, adunque questo spazio sarà eguale al rettangolo CG × GH, e per il numero precedente, lo spazio predetto applicato all' altezza viva GH ovvero AC sarà eguale alla ricercata *velocità media*; il che era da trovarsi e da dimostrarsi.

XIII.

Scolio. Resti espressa la velocità superficiale AB per il numero 18, e quella del fondo CD per 24, si ha a trovare la *velocità media* corrispondente. Sia MC = 100, AM = 60, sarà per lo numero antecedente QM = 40, ed MN = 18, onde la *velocità media* EF o QN sarà 22. Così per sapere quanto il punto E se ne stia sotto del pelo dell'acqua AB, o più alto del fondo CD; essendo per la natura della parabola il quadrato di CD alla CM, come il quadrato della EF alla ME, o sia alla AM + AE, sarà servendosi de' numeri soprapposti 576. 100 :: 484. 60 + AE, e l' egualità 48400 con 34560 + 576 AE, e facendo le necessarie trasposizioni e divisioni, sarà AE eguale a 24 $\frac{1}{16}$, e per conseguenza CE = 15 $\frac{15}{16}$.

XIV.

Abbenchè paja, che le velocità delle acque uscenti dai fori de' Vasi, debbano esser semplicemente regolate dalle altezze dell' acqua esistente nel Vaso, nientedimeno sensibile differenza vi è fra la velocità dell'acqua ch'esce da i fori aperti nel fondo, e da quelli fatti ne' lati, quando siano di una sensibile grandezza, non ostante che le altezze dell' acque si mantenghino le stesse: nasce ciò, perche il lume aperto nel fondo manda fuori in ogni suo punto l'acqua, animata dalla stessa forza, che si genera dalla pressione dell'acqua, che vi sta di sopra, dove ne' lumi laterali, essa pressione non può con la medesima energia operare in tutti i punti della sezione, trovandosi più pressate le infime parti vicine al fondo, di quello siano pressate le più discoste dal-
TAV. I. lo stesso. Sia il Vase ABDC, in cui intendasi aperto il foro EF
Fig. 11. nel fondo, scaricherà questo in un dato tempo una determinata quantità di acqua, tenuto che sia sempre ripieno fino in AC. Chiudasi poi, e si apra il lume laterale DG, che sia della medesima

sima grandezza dell'altro, e che termini in D col fondo; se il Va- CAP.
so, anche in questo secondo caso, sarà sempre conservato con l' II.
acqua fino in AC, darà minor quantità di acqua dell' altra u-
scita pel foro EF del fondo, abbenchè dentro lo stesso spazio di
tempo. La ragione si è, perche la forza della pressione in EF si
esercita in tutti i punti, che compongono la sezione del foro EF
egualmente, mentre la stessa altezza DC dell'acqua la và ani-
mando, dove nel lume laterale DG, essendo in G minore l'al-
tezza dell'acqua di quello sia in D, sarà anche minore la forza
della pressione, nè sarà eguale a quella del foro EF se non nel
punto D.

X V.

Sia da cercarsi le due differenti quantità di acqua, che uscir
possono da diversi lumi verticali, comparati con uno orizontale;
sia il vaso RQBA con un foro nel fondo T di una figura quadra- TAV. I.
ta, ed un altro verticale in Z pur quadrato, onde le aree di que- *Fig.* 12.
sti lumi saranno Z quadrato e T quadrato; La quantità sommi-
nistrata da T sia Q, e quella somministrata da Z sia R; così il
tempo in cui esce per T sia X, e quello per Z sia Y, sarà la quan-
tità Q per il numero III. di questo Capitolo in ragion composta
del quadrato di T, di X, e della suddupplicata dell'altezza AB;
intendasi poi descritta la parabola APGC con l'asse AB, e con-
dotte le ordinate MO, NP ed altre; è chiaro per li numeri XI,
e XII di questo, che la velocità *media* competente al foro Z, si
dovrà esprimere per la differenza de' rettangoli $\frac{2}{3}$ di NP × AN e $\frac{2}{3}$
AM × MO applicata al diametro del foro Z, o sia alla differen-
za fra le due quantità AN e AM, e che perciò la quantità dell'
acqua, che darà esso foro Z, sarà in ragion composta diretta del
quadrato della differenza di AN e AM, del tempo Y, e della
differenza de' rettangoli predetta, e reciproca della differenza
di AN e AM, e per conseguenza queste due quantità saranno
fra di loro, come il triplo quadrato del foro T, e la suddupli-
cata di AB, ed il tempo X, alla doppia differenza di AN e AM,
ed il tempo Y nella differenza de' prodotti di AN, e la sudduppli-
cata di questa stessa linea con AM, e la suddupplicata della
medesima AM, cioè, sarà Q. R :: 3TTX $\surd$AB. 2 $\overline{AN-AM}$. Y.
$\overline{AN}\surd\overline{AN} - AM\surd AM$.

Corol-

XVI.

CAP. II. *Corollarj* (*I.*) Se ſi farà AB=AN, il che ſuccederà allora, che il foro verticale ſia col ſuo lato inferiore al fondo del Vaſo, e di più facendoſi T=AN—AM, cioè ſupponendo eguali i due fori laterale e del fondo, ſi muterà l'analogia ſuddetta nella ſeguente Q. R :: 3 TX√AB. 2AB × Y × √AB—AM √AM, e (*II.*) facendo AM=*o*, ch'è il caſo portato da M. Mariotte nel ſuo Libro *de' movimenti dell' acque* a c. 416, ſarà anche T=AN =AB, e perciò Q. R :: 3X. 2Y; e (*III.*) ſe i tempi ſaranno eguali, ſi avrà l'analogia Q. R :: 3. 2. vale a dire, che le quantità fluenti dell'acque per l'uno, e per l'altro de' lumi predetti ſaranno tra di loro nella proporzione ſesquialtera.

XVII.

In due modi ſi può aſſoggettare al calcolo la quantità dell' acqua, che viene ſcaricata da i fori aperti ne' Vaſi, cioè o *relativamente* col paragonare la quantità dell'acqua ſomminiſtrata da uno de' Vaſi, con un' altra quantità eſcita da un' altro, e ciò avuto riguardo alla grandezza de' fori, all'altezza dell'acqua, ed al tempo in cui ſuccede lo ſcarico; oppure *aſſolutamente*, cioè a dire, col rilevare non ſolo la ragione, che fra di loro ritengono due quantità nell'antedetto modo eſcite da i vaſi, ma col rintracciare il reale ſuo peſo, ed il ſuo volume: Il primo modo è molto più facile del ſecondo, e qualche volta è ſufficiente per venir in chiaro di ciò, che ſi cerca per qualche fenomeno dell'acque correnti; il ſecondo rieſce alquanto più difficile, perche più compoſto: Ecco e dell'uno, e dell' altro il metodo, che ſi appoggia a quanto ſi è detto ne' numeri precedenti, ma che può eſſer ricevuto come un incontraſtabile principio, cioè che le quantità dell'acqua ch'eſcono nell'antedetta maniera, ſono in ragion compoſta delle velocità, del tempo che conſumano ad uſcire, e dell' orificio; coſicchè chiamando queſte quantità Q, V, T e B quadrato reſpettivamente, ſarà ſempre $Q=VTB^2$; il valore della qual eſpreſſione ſi muterà a miſura, che ſi muteranno le quantità, e le circoſtanze; e ſe vi ſaranno altre quantità *q*, *u*, *t*, *bb* eſprimenti l'uſcita dell'acqua da un altro vaſo, ſarà pure *q*=*utbb*, e perciò Q. *q* :: BBTV. *bbtu*, coſicchè ſe in grazia di eſempio, il foro del ſecondo vaſo che ſcarica la quantità *q* ſia 36 linee quadrate, cioè *b*=6, l' altezza dell' acqua in eſſo

vaſo

vaſo 64, il tempo 10 minuti, cioè $t = 10'$, $u = 8$ per il numero III. di queſto; e per il Vaſo, che dalla quantità Q, B ſia eguale a $\sqrt{40}$, V = 10 T = 20', ſarà q. Q :: 288. 800, ovvero come 9 . 25. CAP. II.

XVIII.

Ma la quantità *aſſoluta* ſi determina nel modo che ſegue: Siano i due vaſi RQBA, *rqba*, i quali abbino l'altezza dell'acqua *ab*, AB, ed i lumi *fb*, FB poſti verticalmente, ed abbenchè per queſti ſi verſi l'acqua, s'intenda però che l'altezza primiera di queſta non mai manchi, e per maggior facilità ſervendoſi de' ſimboli, e del calcolo, dicaſi AB = A, AF = B, il lume FB s'intenda quadrato, ed eguale a C^2; $ab = a$, $af = b$ ed $fb = cc$, ſarà FB = A − B = C ed $fb = a - b = c$; la quantità dell'acqua eſcita in un dato tempo dal vaſo *rqba* ſia q, e queſta eſprima in grani il peſo dell'acqua, ſarà per il numero XV. di queſto $q = cc \times \frac{2a\sqrt{a} - 2b\sqrt{b}}{3a - 3b}$, e per la medeſima ragione, dicendo la quantità dell'acqua eſcita dal Vaſo RB in grani Q, ſarà $Q = \frac{CC \times 2A\sqrt{A} - 2B\sqrt{B}}{3A - 3B}$, e perciò q. Q :: $cc \times \frac{2a\sqrt{a} - 2b\sqrt{b}}{3a - 3b}$. $CC \times \frac{2A\sqrt{A} - 2B\sqrt{B}}{3A - 3B}$, e l'equazione $Q = \frac{qCC \times A\sqrt{A} - B\sqrt{B} \times a - b}{cc \times A - B \times a\sqrt{a} - b\sqrt{b}}$. TAV. I. *Fig.* 13.

Se dunque riſulterà da' fenomeni, che in uno dei due Vaſi e. g. dal *rb* eſca una conoſciuta quantità d'acqua per un dato lume in un dato tempo, ſi ſaprà ancora quanto peſo ne potrà uſcire da un altro, che abbia diverſo foro, e diverſa altezza dell'acqua.

XIX.

Il Guglielmini nel ſuo Trattato *Aquarum fluentium menſura* a c. 143. dice, che in un vaſo cilindrico di due piedi di diametro, e con altezza di acqua, mantenuta ſempre la ſteſſa, di piedi 3, once 11, con lume quadrato di linee tre di lato, uſciſſe di acqua in un minuto primo di ora libbre di Bologna 32, once 10, che ſono grani 252160, in ragione di once 12 per libbra, di dramme 10 per oncia, e di grani 64 per dramma; coſicchè nel caſo del numero precedente, ſarebbe $q = 252160$ grani, $cc = 3 \times 3 = 9$, $a = 564$ linee, e $b = 561$ linee: oſſervò di più che in un'oncia cubica di acqua ſi contenevano di peſo grani 786,

onde

CAP. II. cnde nella detta formola, ſoſtituendo tutti queſti numeri in vece de' ſimboli corriſpondenti ſarebbe $Q = \frac{252160 \times CC \times A\sqrt{A} - B\sqrt{B}}{3 \times 564\sqrt{564} - 561\sqrt{561} \times A - B}$; oppure più generalmente ponendo il tempo dello ſcarico del Vaſo T, eſſendo già quello dell'altro vaſo *rb* eguale per l'oſſervazione a 60″ ſarà $Q = \frac{252160 \times cc \times T \times A\sqrt{A} - B\sqrt{B}}{3 \times 60'' \times 564\sqrt{564} - 561\sqrt{561} \times A - B}$, e facendo il foro quadrato cioè $C = A - B$ la formola diventerà la ſeguente $Q = \frac{252160 \times C \times T \times A\sqrt{A} - B\sqrt{B}}{3 \times 60'' \times 564\sqrt{564} - 561\sqrt{561}}$ nella quale ſoſtituendo i valori di C, di T, di A e di B, ſi averà in peſo di grani la quantità dell'acqua che verrà ſomminiſtrata dal vaſo RB dentro di quel tempo. Che ſe queſta quantità eſpreſſa in grani ſi voglia in once cubiche, baſterà divider il quoziente prima per 786, che ſono i grani, che per le ſperienze del Guglielmini entrano in un' oncia cubica di acqua della miſura però Bologneſe, indi dividendo queſto nuovo quoziente pur anco per 1728, che ſono le linee di un piede cubo, ſi averà la quantità dell' acqua ricercata in piedi cubi.

X X.

Volendoſi ſapere il peſo dell'acqua, che uſciſſe da un lume aperto nel fondo orizontale di un vaſo, ritenuto ſempre alla medeſima altezza di acqua, ſervendoſi della formula del numero precedente, ſarà da rifletterſi che queſto lume paragonato ad un lume verticale, quando tutti e due ſiano della medeſima grandezza e figura, e che il verticale con uno de' ſuoi lati ſtia piantato nel fondo, darà una quantità di acqua, che alla quantità ſomminiſtrata dal lume del fondo ſtarà come $2A\sqrt{A} - 2B\sqrt{B} . 3C\sqrt{A}$, come riſulta dal numero XV. di queſto; onde dicendo R la quantità eſcita pel foro laterale, ed S quella eſcita dall' altro del fondo, e facendo R eguale alla quantità Q del numero di ſopra, e $c = A - B$, ſoſtituendo in quella formola il valore di R quivi ritrovato, e ſupponendo il tempo $T = 60''$, ſi ricava $S = \frac{6304}{3} CC\sqrt{A}$ eſſendo che $564\sqrt{564} - 561\sqrt{561}$ è 100 proſſimamente; onde l'eſperimento del Guglielmini, ridotto al lume orizontale, avrebbe dato grani 272333, eſſendo cioè $CC = 9$ ed $A = 564$, che ſanno di Bologna libbre 35, once 5 in circa,

e ge-

e generalmente qualunque ſia il tempo, in cui eſce la detta quantità di acqua pel foro orizontale, ſe diremo eſſo tempo T, ſarà la formola $S = \frac{6304 \times CC \times T - \sqrt{A}}{60^{\circ}.5.}$

XXI.

Scolio. Sia in grazia di eſempio da indagare la quantità dell' acqua che uſciſſe da un foro circolare fatto nel fondo d'un Vaſo, il qual foro abbia di diametro 12 linee del piede del Reno, che riſpondono ad once 9 e punti 10 del piede di Bologna: ſapendoſi che queſta miſura a quella ſta come 23 a 28; e contenga l'acqua in altezza di piedi 15: 5: 7 di Reno, che riſponderanno a linee 1829 di Bologna, ridotte con l'accennata proporzione, e s'intenda la ragion del diametro alla circonferenza come 113 a 355, onde il lume ſarà di perimetro 31 linea proſſimamente, e l'area riſponderà a queſto logaritmo 1.8830528, ed il lato a 0.9415264; quindi la formola del numero antecedente ſarà $S = \frac{6304 \times l\,1.8830528 \times \sqrt{1829} \times T,}{5 \times 60^{\circ}}$ e ſe $T = 6^{\circ}$, diventerà: $\frac{6304 \times l\,1.8830528 \times \sqrt{1829} \times 6^{\circ}}{5 \times 60^{\circ}}$, che riſponde proſſimamente ad once cubiche di Bologna 644, e ridotte ad once cubiche di Reno, triplicando la ragione di 23 a 28, ſarebbero once di queſto piede 1161 in circa, cioè mezzo piede cubo di Reno più 297 once cubiche. Il Sig. Ermanno in queſti medeſimi ſuppoſti nella *Foronomia* allo Scolio della Prop. 33 del Lib. 2. ſervendoſi dell' analogia della ſceſa de' gravi, ſecondo le oſſervazioni dell'Ugenio, trova che dovrebbe uſcire un piede cubo di Reno più 24 pollici; ma ſecondo i di lui dati calcolando, ſi trova che uſcirebbe un piede cubo, meno un ſolo pollice, cioè pollici 1727, e di miſura di Bologna once cubiche 957; ecco dunque la differenza, che porta il calcolo fatto, ſervendoſi de' fenomeni della ſceſa de' gravi per l'uſcita dell' acqua piuttoſto che delle immediate oſſervazioni tirate dal peſo della mole uſcita, che importa più d'un terzo: può eſſere che tal divario attribuir ſi debba alle reſiſtenze che incontra l' acqua in uſcendo dai fori, come anche dal ſoffregamento contro del ſolido, oltre all'aria che eſſa pure vi reſiſte. Veggaſi quanto ſopra di queſta difficoltà ne ha ſcritto il Padre Abate Grandi, nel Libro del movimento dell' acque, allo Scolio della Propoſizione 10. pag. 510.

APPENDICE
DEL
CAPITOLO SECONDO.

Che contiene le varie propoſizioni e pareri intorno all' uſcita dell' acqua dal fondo de' Vaſi, conſervata che ſia dentro de' medeſimi ad una data altezza.

MOlto eſſendo ſtato ſcritto da celebri Matematici intorno al moto dell' acqua uſcente per un foro fatto nel fondo di un Vaſo, conſervato ſempre ripieno alla medeſima altezza, dacchè il chiariſſimo Cavaliere Newton avvanzò la propoſizione regiſtrata nel Libro II. *de' Principj della naturale Filoſofia*, edizione prima, non potrà eſſere ſe non d'utilità, che in queſt' Appendice venga conſiderato, quanto da' predetti dottiſſimi Uomini è ſtato prodotto, coll'indicare ancora nella diſcrepanza delle opinioni, i motivi de' loro diſſenſi, le varie interpretazioni date al fenomeno, ed i fondamenti più probabili delle di loro aſſerzioni; cominciando dunque dal Sig. Newton.

I.

1. Conſidera egli nel luogo citato il vaſo ACBD con un foro EF nel di lui fondo, e ripieno d'acqua ſino in AD, la quale nell'uſcire non iſcemi: chiama il foro EF nel fondo f, l'altezza dell'acqua coſtante GE $= a$, il peſo dell'acqua incombente ſopra del foro $= p$, la velocità che acquiſterebbe nel fine della diſceſa, ſe libero cadeſſe queſto peſo nel vuoto $= s$, il tempo t, il moto m; vuole poſcia che la velocità ch' avrebbe l'acqua all' uſcire dal foro, ſia alla velocità acquiſtata dopo della caduta nel vuoto, come d all'e; onde nominando r quella velocità ſarà $r. u :: d. e$, e perciò $r = \frac{du}{e}$. Indi ſegue: E perche l'acqua diſcendendo nel vuoto, acquiſtato che ha la velocità u, può (ritenendo invariata la medeſima) deſcrivere lo ſpazio $2s$, ſecondo a' ritrovati dal Galileo; dunque anco l'acqua uſcente dal foro con la ve-

TAV. I *Fig.* 14

la velocità $\frac{du}{e}$ potrà descrivere lo spazio $\frac{2ds}{e}$, attesocchè sono proporzionali $u. 2s :: \frac{du}{e} \left(\frac{2dsu}{eu} =\right) \frac{2ds}{e}$. Prende in seguito questo spazio, ch'è lo stesso dell' altezza della colonna acquea, e lo moltiplica col foro, provenendone $\frac{2dsf}{e}$ valore della quantità dell'acqua, che può fluire dal foro nel tempo, in cui liberamente sarebbe essa quantità caduta nel vuoto: Raccoglie dipoi il moto di ess' acqua, col moltiplicare cioè questa colonna o quantità dell' acqua nella sua velocità r, onde ne cava $\frac{2dsf}{e} \times \frac{du}{e} = \frac{2ddsfu}{ee}$, il qual moto, dovendo esser eguale a quello seguito nel vuoto, sarà l'equazione $\frac{2ddsfu}{ee} = afu$, oppure $\frac{2dds}{ee} = s$ ovvero $\frac{dd}{ee} = \frac{a}{2s}$ e $\frac{d}{e} = \sqrt{\frac{a}{2s}}$, cioè $d. e :: \sqrt{\frac{a}{2}}. \sqrt{s}.$ cioè $r. u :: \sqrt{\frac{1}{2}a}. \sqrt{s}.$ oppure $r. u :: \sqrt{aa}. \sqrt{2as} :: a. \sqrt{2as}$, vale a dire, che la velocità con la quale l'acqua esce pel foro, alla velocità dell'acqua liberamente cadente nel tempo s, e con cui percorre lo spazio s, sarà come l'altezza dell' acqua sopra del foro alla media proporzionale fra l'altezza medesima raddoppiata, e lo spazio predetto descrittosi nel cadere di ess'acqua.

2. Si concepisca ormai, che questi moti si facciano al rovescio ascendendo, e perche $r. u :: \sqrt{\frac{1}{2}a}. \sqrt{s}$ per le cose dette di sopra, sarà anche $rr. uu :: \frac{1}{2}a. s.$ cioè i quadrati delle velocità come gli spazj respettivi, e per tanto l'acqua fluente ascenderebbe all'altezza di mezza la colonna, nel tempo, che la stess' acqua nel vuoto ascendesse tutto lo spazio s; di modo che la quantità dell' acqua uscente dal foro, nel tempo che un grave potesse descrivere in cadendo l'altezza $\frac{1}{2}a$ sarà eguale alla colonna di tutta l'acqua af, che sopraincombe al foro.

3. Perche non si poteva maneggiare questa quantità di moto dell' acqua uscente pel foro senza considerare costante la velocità, nè tale essendo ne' gravi cadenti; perciò il Sig. Newton ha introdotto il paragone del peso cadente nel vuoto, supposta la velocità acquistata nel fine dello spazio percorso, correrne con la medesima invariata, un altro, e con tale supposizione ha poi dedotte le predette conseguenze; ma perche le illazioni ricavate fossero convincenti, sarebbe stato d'uopo di provare, che

Append. del CAP. II.

l'acqua all'uſcire dal Vaſo, e non altrove di ſua coloma ſi moveſſe di moto equabile; quindi la concluſione Newtoniana non può eſſer conſiderata che come ipotetica, e dare ſolamente un paragone fra i due moti dell'acqua uſcente pel foro, e quello del peſo, e non già come ſe dinotaſſe il moto reale ed aſſoluto della medeſima acqua uſcente pel foro fatto nel fondo del vaſo in quiſtione.

II.

1. Nella nuova edizione de' Principj della Filoſofia Newtoniana 1713, e così nelle altre pubblicate dopo di queſto tempo, occupa queſto Problema il luogo della Propoſizione 36, in vece di quello della 37 della prima edizione, e ſenza più ſervirſi dell'antedetto paragone de' moti dell'acqua nel vuoto, e nel foro del Vaſe, è ſtata riformata la Propoſizione nel modo che
TAV. I *Fig.* 15 ſegue: Sia il Vaſo cilindrico PCDQ, in cui s'intenda un cilindro di ghiaccio APBQ della medeſima capacità del vaſo, e che con moto uniforme diſcenda perpetuamente, di modo che le di lui parti inferiori non sì toſto tocchino la ſuperficie AB, che liquefacendoſi il ghiaccio, e riducendoſi in acqua, diſcendano verſo del foro EF, formando la cateratta o imbuto AEFB, ed eſcano pel medeſimo foro perfettamente empiendolo. E perche per la determinazione della quantità uſcita, ſi ha biſogno dell'uniformità del moto, pertanto vuole il Signor Newton, che la velocità del ghiaccio squagliato in acqua ſia uniforme, e tale come ſe cadeſſe dall'altezza IH: ſuppoſta queſta velocità, ricava poi l'altra dell'acqua all'uſcire dal foro, facendo l'analogia, come ſezione a ſezione, così reciprocamente velocità a velocità. Dicendo dunque AB=a, HI=x, EF=b, GI=y, ſarà $bb.aa$ :: (eſſendo i circoli come i quadrati de' loro diametri) ($\surd$HI.) $\surd x.\frac{aa\surd x}{bb}$, ma la velocità ſta ancora in dimezzata dell'altezza dell'acqua, farà però l'equazione $\frac{aa\surd x}{bb}=\surd y$, ovvero $b^4.a^4$ :: $x.y$. vale a dire IH. IG in dupplicata del circolo EF al circolo AB.

2. Paſſa dipoi alla conſiderazione del riſtringimento della vena all'uſcire che fa l'acqua dal foro, ma ciò non eſſendo della preſente iſpezione, ſi ommette da noi il quivi riflettervi.

3. Il corollario primo reſta manifeſto dalla analogia $b^4.a^4$ :: $x.y$ ricavato, come ſopra ſi è detto, dal principio idroſtatico delle ſezioni

zioni in ragione contraria delle velocità; quindi se ne deduce, che se AK a CK sia in ragione dupplicata del foro per cui esce l'acqua alla dupplicata del circolo AB, la velocità dell'acqua uscente pel detto foro sia come quella d'un'acqua, che fosse discesa dall'altezza CK. Append. del CAP. II.

4. Nel Corollario secondo, la forza (nel senso Newtoniano) con cui può prodursi tutto il moto dell'acqua all'uscire dal vaso, vale il peso d'una colonna cilindrica, di cui base sia il foro EF, e l'altezza 2GI, veramente essendo proporzionale il peso ad essa forza, ed esso trovandosi composto dalla predetta colonna, sembrerebbe che la forza dell'acqua non dovesse se non conteggiarsi con questa stessa colonna; contuttociò, se ben si farà attenzione, altre circostanze nel calcolo sono da aversi in riflesso, concioſiacosacchè, se il moto dopo la caduta dell'acqua dall'altezza GI continuasse subito ad essere invariato ed equabile, non si potrebbe porre in dubbio la verità dell'asserto; ma se d'esso, come in fatti succeder deve, abbia ad assoggettarsi alle leggi de' gravi cadenti, pare che in altro punto più sotto del G sia da prendersi quell'altezza da cui cadendo l'acqua abbia ad animare il moto che si cerca, ed i calcoli debbansi fondare sopra di altri principj, onde determinarsi la vera quantità.

5. Nel Corollario terzo si dimostra, che il peso di tutta l'acqua nel Vaso ABCD sta alla parte che fluisce per la cateratta come la somma de' circoli AB ed EF al doppio circolo EF del foro, il che si rileva nel modo seguente: Sia $IH=m$, $IG=n$, $IO=x$, $ON=y$, $AB=2c$, $EF=2b$, dunque $HG=n-m$, ed essendo per quanto si è detto nell'esporre la proposizione, l'equazione $AB^2\sqrt{IH}=MN^2\sqrt{OI}$, ovvero in termini analitici $c^4m=y^4x$ sarà $x=\frac{c^4m}{y^4}$, e prendendo le differenze $dx=\frac{-4c^4m\,dy}{y^5}$, ed il solido di parte della cateratta AMNB, essendo $\int 4yy\,dx$ diverrà, sostituendo il valore di $dx=\int -16\,c^4my^{-3}\,dy$, e facendo $ON=GF$ per aversi il solido intiero, farà l'integrale $\frac{-8c^4m}{yy}+\frac{8c^4m}{bb}$, ed il solido o peso di tutta l'acqua contenuta nel vaso $=4cc\times\overline{n-m}$; quindi la ragione fra questi due solidi sarà quella di $4cc\times\overline{n-m}$. $\frac{-8c^4m}{yy}+\frac{8c^4}{bb}$, ma si ha anco l'equazione $AB^2\sqrt{IH}=EF^2\sqrt{GI}$, cioè $cc\sqrt{m}=bb\sqrt{n}$ onde $n=\frac{c^4m}{b^4}$; sostituendo pertanto questo valore

Append. del CAP. II.

lore di n nella detta analogia, si avrà $\frac{4c^4m}{b^4} - 4m.\frac{-8ccm}{yy} + \frac{8ccm}{bb}$, e perche per l'intiero solido dell'imbuto deve farsi $y = c$, adunque la detta analogia si muterà in $\frac{c^4 - b^4}{bb}.\ 2bb + 2cc$, ovvero $c^4 - b^4.\ 2bbcc - 2b^4$; e dividendo l'uno e l'altro membro per $cc - bb$ sarà come $cc + bb.\ 2bb$, ovvero come $4cc + 4bb$ ad $8bb$, vale a dire, come la somma de i due circoli AB, EF al doppio circolo di EF.

6. Gli altri corollarj sono troppo facili; nè accade però maggiormente fermarsi nella loro spiegazione.

III.

1. Il Signor Jurin nelle Transazioni Filosofiche d'Inghilterra num. 355. considera egli pure il movimento dell'acqua uscente dal foro di un vaso fatto nel fondo, secondo a quanto fu considerato dal Sig. Newton alla predetta proposizione 36 della seconda edizione. Noi riferiremo le sue viste, aggiongendovi l'analisi da cui egli facilmente le avrà ricavate. Avendo egli dunque, sul fondamento avanzato dal Newton, stabilita la cateratta che si forma nell'atto di succedere il detto movimento, dice, che l'acqua ne uscirà con quella velocità, ch'è dovuta al cadere de' corpi gravi da una data altezza, che quì è appunto quella dell'acqua nel Vaso, considerando per altro l'acqua discendente nel medesimo soggetta a tutte le leggi degli altri corpi gravi. S'intenda DE ordinata della curva CGS $= y$, AD $= x$, sarà la velocità competente alla sezione EE $= \sqrt{x}$, supposta l'acqua sempre conservata all'altezza DA nel vaso, e perche il prodotto di ciascheduna sezione EE nella sua respettiva velocità, dev' esser costante, secondo le leggi delle acque correnti; pertanto sarà l'equazione alla curva CGS, $xy^4 = 1$, la quale è manifesto che sarà un iperboloide del quarto grado; e lo spazio SADES sarà eguale a $\frac{1}{3}$ del rettangolo HD, e per conseguenza lo spazio SHE eguale ad un terzo del medesimo rettangolo di HD; ed essendo lo spazio SHE infinito dalla parte S resta manifesto che questo, ciò non ostante non può esser maggiore della detta terza parte di esso rettangolo; paradosso, come tant'altri, che punto non sorprende i moderni Geometri.

TAV. I *Fig.* 16

L'analisi è assai facile; sarà dunque l'elemento del predetto spazio D*de*E $= \int - y\,dx$ mentre crescendo le abscisse, decrescono le ordi-

ordinate della curva in quiſtione, e per l'equazione ſi hà $\frac{4dy}{y^4} = -ydx$, onde l'integrale ſarà $\frac{4}{3y^3} = \frac{4}{3y \times yy}$, ma per la natura della curva eſſendo ancora $yy = \frac{1}{xyy}$ diventerà però il detto integrale $\frac{4}{3}xy$.

3. Stabiliſce poſcia il Sig. Jurin il ſuo teorema primo, ch'è il fondamentale in queſto particolare, e dice, che uſcendo l'acqua da un foro circolare fatto nel fondo del vaſo, che s' intendeſſe avere un' infinita larghezza, il moto di tutta la cateratta acquea verſo dell' orizonte, ſarà eguale al moto di un cilindro acqueo di baſe eguale al foro, e di altezza quanto quella dell'acqua, onde la velocità ſua ſia pari a quella dell'acqua uſcente per il detto foro.

4. Oltre alle coſe antedette, dicendo il foro bb, e l'altezza dell'acqua nel vaſe a, avremo l'equazione $xy^4 = ab^4$ (A), e condotta ee infinitamente proſſima ad EE, ſarà il ſolido infiniteſimo EE $ee = \int -yydx$ (B), ed il moto ſuo ſecondo a' principj communi dell'idroſtatica $\int -yydx\sqrt{x}$, e differenziando l'equazione (A) ne proviene $\frac{4b^4ady}{y^5} = -dx$, onde ſoſtituendo queſto valore nella formola (B) ſarà eſſa mutata in $\int \frac{4b^4ady}{y^3} \times \frac{bb\sqrt{a}}{yy} = \int 4b^6a\sqrt{a} \times y^{-5}dy$, ovvero $\frac{4b^6a\sqrt{a} \times y^{-4}}{4} = \frac{b^6a\sqrt{a}}{y^4}$ (C). e ſoſtituendo in vece di y^4 il ſuo valore $\frac{b^4a}{x}$ ſarà trasformata queſta formola (C) nella ſeguente $bb \times \sqrt{a}$, e quando ſi concepiſca che AD diventi AB, allora ſarà $x = a$, e la formola diventerà $bba\sqrt{a}$, ma queſta vale il cilindro predetto nella velocità competente alla diſceſa per tutta l'altezza dell'acqua; dunque &c.

5. Li tre corollarj che ſtanno aggionti alla dimoſtrazione che fa il Signor Jurin della prima parte del ſuo primo teorema, facilmente ſi deducono da quanto ſi è di ſopra eſpoſto: mentre ſuppoſta coſtante l'altezza dell'acqua, ſtabiliſce $m = bb$, cioè il moto in ragione del foro, ch'è il primo corollario; indi fatto coſtante bb, cioè il foro ſarà $m = a\sqrt{a} = \sqrt{a^3} = a^{\frac{1}{2}} = u^3$, (dicendo u la velocità) vale a dire il moto in ſesquiplicata dell'altezza dell'

Append. del CAP. II.

dell'acqua, ch'è il ſecondo Corollario; e finalmente dato m, ſi cangia la formola in $bb = \frac{1}{a^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{u^3}$, cioè il foro in reciproca ſeſquiplicata dell'altezza dell'acqua, ovvero in triplicata reciproca della velocità, ch'è il terzo Corollario.

6. Parimenti ſi ricavano con molta facilità li ſei Corollarj anneſſi alla dimoſtrazione della ſeconda parte del teorema dell' Autore. Si dica q la mole uſcita, e le altre coſe come ſopra, ſarà ſecondo a' principj preſi da eſſo oltre $m = abb\sqrt{a}$, $q = bbtu$ (dicendo t il tempo impiegato nel raccoglierſi quella tal mole d' acqua) $= bbt\sqrt{a}$, onde ſoſtituendo nella formola $m = bba\sqrt{a}$ il valore di $bb\sqrt{a} = \frac{q}{t}$ ſi avrà $m = \frac{aq}{t}$, nella quale, facendo coſtante l'altezza e la mole, ſarà $m = \frac{1}{t}$, valè a dire il moto in reciproca ragione del tempo, e date a, t. ſarà $m = q$, cioè eſſo moto come la mole, e fatte coſtanti t, q, ſarà $m = a$, cioè la mole come l'altezza; date m ad a, ſarà $q = t$ che dà la mole come il tempo; date m, q allora $a = t$ cioè l'altezza come il tempo; e finalmente date m, t ſarà $q = \frac{1}{a}$, vale a dire la mole in ragione inverſa dell'altezza dell'acqua, il che rafferma tutti li ſei antedetti Corollarj; da tutto ciò però non ancora ſi rileva la concluſione del Corollario ſecondo Newtoniano, ch'è il ſoggetto della quiſtione, reſtando ſin quì per altro manifeſto che il Signor Jurin nel fatto de' vaſi che ſcaricano dell' acqua per un foro fatto nel fondo de' medeſimi, vuole ed ammette la cateratta, di cui ſi è detto.

IV.

1. La propoſizione Newtoniana adottata per vera ſenz' altra dimoſtrazione dal dottiſſimo Jacopo Keill, nel Libro intitolato *Tentamina Medico-phyſica. Tentamen III.* fu dichiarata falſa dal celebre ed amiciſſimo, allorchè viveva, Sig. Michelotti nel Libro *de ſeparatione fluidorum in corpore animali* (p. 112.) profeſſando che l'acqua uſcente dal foro d'un vaſo, altra velocità aver non poſſa, che quella che acquiſtato avrebbe un grave in cadendo da pari altezza, come quella dell'acqua: nel che il Sig. Jurin è perfettamente d'accordo col Sig. Michelotti, ſe rettamente s'attende a quanto eſſo ha dimoſtrato, nè altro divario ſi sa vedere, ſe non che eſſo Signor Michelotti non vuole cateratta o imbuto nel moto

to dell'acqua del vaſo: per altro la concluſione del Jurin ſembra la ſteſſa affatto che quella del Sign. Michelotti; anzi l'iſtanza che queſti fa (pag. 127) all'altro, cioè, che ſe è vero, che in qualunque ſezione EE debbaſi eſprimere la velocità per la ſuddupplicata di DA, non puoſſi negare, che anche nella ſezione del foro CC, la velocità competente eſſer non debba la ſuddupplicata di BA, il che ſono perſuaſo, che non ſolamente non lo negaſſe il Sig. Jurin, ma che anche ſia una delle concluſioni dedotte dalla ſua ſteſſa analiſi, ſe in vece di porre l'equazione $xy^4 = 1$, ſia poſto, per ſupplire anco alle leggi degli omogenei, e per averſi la dimoſtrazione da noi ſopra eſpreſſa nel numero precedente, $xy^4 = bba$, dicendo bb il foro, ed a l'altezza dell'acqua. Perlocchè fin ad'ora tutto il diſſenſo fra queſti Autori non è ſe non che, ſe ſi dia o nò la cateratta, non mai che la velocità dell'acqua uſcente dal foro non ſia eguale a quella che avrebbe un grave in cadendo da pari altezza, e non già dalla doppia, come è il parere del Sig. Newton. Si farà ſopra di quanto ſcriſſe il Signor Michelotti contro il Signor Jurin, qualche rifleſſo sì intorno la cateratta acquea, che ſi vuole far credere affatto commentizia, sì intorno a quello che ſi è addotto di fiſico, e conſiderato per diſtruggerla.

Append. del CAP. II. TAV. I. *Fig.* 16.

2. Comecchè dunque verun aſsurdo non vedo, ch'eſſa cateratta porti in natura, e che anzi per l'oppoſto, ponendo la medeſima, oſſervo con eſsa ſalvarſi molti fenomeni, che nella diſceſa dell'acqua ne' vaſi aperti con un foro accadono; e che l'occhio e la ragione la fanno, per così dire, altresì toccar con mano, ſe non col riconoſcerla effettivamente dentro del Vaſo, al certo, coll'oſſervarla fuori d'eſſo nel reſtringerſi, che manifeſtamente fa la vena dell'acqua in diſcendendo (ſopra di che ſi può anche vedere il Trattato del movimento dell'acque del chiariſſimo Padre Abate Grandi Prop. IX. Cap. II. p. 507. Autore in queſte ed in altre materie a niuno ſecondo) non ſo comprendere come la medeſima vena non poſſa, o non debba ammetterſi, e continuare anche dentro del vaſo, come di fuori appariſce, e formare in ſomma l'imbuto, o ſia cateratta in quiſtione.

3. Eſaminando poi quanto riferiſce il Sign. Michelotti circa il Vaſo ACDB; lo conſidera egli ripieno prima di acqua ſino in AB col foro O per cui ſi ſcarica con una velocità come $\sqrt{AC}$, ed indi facendo, che quaſi tutta eſs'acqua ſvaniſca, a riſerva di una pochiſſima ed inſenſibile parte CD*mn*, gli ſoſtituiſce un corpo ſoli-

TAV. I. *Fig.* 17.

Append. del CAP. II.

do A *mn* B della medesima gravità specifica dell'acqua, ma talmente lubrico, che niuna resistenza patir possa dalle sponde del Vaso, onde impedirsi la libera scesa, ed in conseguenza l'azione sopra della superficie dell'acqua rimasta *mn*: il che posto, conclude, che pel detto foro uscirebbe ancora l'acqua affetta della medesima velocità come prima, cioè come $\sqrt{AC}$.

4. Supponiamo dunque di aversi trovato questo corpo solido, e sia di cera caricato di poca limatura di ferro o di piombo, di modo che posto in acqua sia conosciuto veramente della medesima gravità specifica di essa acqua; quindi se verrà posto nella medesima, potrà fermarsi in qualunque sito sotto della di lei superficie, senza che affettar possa nè di salire, nè di scendere, secondo a quanto importa l'equilibrio fra due corpi eterogenei bensì, ma della medesima specifica gravità. Ciò dato, sia posto il detto solido A *mn* B sopra l'acqua del nostro vaso: in questa dunque o ch'egli ha campo da immergersi, o no; supponiamo che immerger si possa, adunque secondo a' principj della Statica, non potrà sussistere, ma dovrà andarsi a collocare sotto della superficie, e disturberà per conseguenza questo ideale sperimento: ma si vuole supporre che talmente combacj i lati del vaso, che bensì premer possa l'acqua rimasta *m*CD*n*, ma non penetrarla, ed in tal supposizione peserà egli sopra dell'acqua, quanto porta la di lui mole e peso, e nel comprimer l'acqua farà appunto l'effetto dell'embolo in un sifone; e comecchè i solidi, a differenza de' fluidi, operano con tutte le loro parti, quasi fossero unite in un solo punto, così la forza che darebbe all'acqua per uscire dal foro, non sarebbe già quella che compete all'altezza AB, moltiplicata nel foro, ma quella che derivarebbe dal cilindro di acqua, che avesse il peso assoluto di tutto il detto solido, e per conseguenza nulla ha che fare tal argomento per farci conoscere il moto dell'acqua in quistione.

5. Nè parmi che aver possa maggior forza contra della cateratta Newtoniana, l'altra ragione presa dall'Elaterio. Vuole il Signor Michelotti (pag. 129) supporre un corpo senza gravità, fluido però, ed egualmente denso che l'acqua: cosa in fatti che non si crede necessaria per dedurne la conseguenza, che si ha in vista, potendo bastare la supposizione ch'egli sia elastico, e che esercitar possa contro del fondo una forza pari a quella dell'acqua nelle ipotesi di sopra prese; l'effetto che questi produrrebbe

può

può bensì provare eſſervi in natura delle potenze, che applicate a varj corpi generar poſſono eguali velocità, ma non mai avrà che fare con l'eſiſtenza o nò della cateratta. Append. del CAP. II.

V.

1. Riſpoſe il Signor Jurin al Michelotti al numero 355. An. 1722. delle Tranſazioni Anglicane, proccurando di giuſtificare le ſue prime propoſizioni, e dichiarando fra le altre coſe di mai aver nè meno penſato di ſcriver contro la dimoſtrazione del chiariſſimo Signor Giovanni Bernoulli, ben ſicuro che niuno mai potrà rinvenire nella ſua diſſertazione coſa, che abbia nè anco ombra di veriſimiglianza, ch'egli abbia voluto connotare il predetto Sig. Bernoulli.

2. Cerca poi di ſalvare il Corollario Newtoniano della quantità del moto eguale alla doppia colonna, che ha per baſe il foro del vaſo, e paſſa a giuſtificare ancora la propoſizione 37 de' Principj della prima edizione, col far vedere che il tutto procede bene nelle ſuppoſizioni del Newton, avvalorando ancora quanto avanza con alcuni ſperimenti, che dice fatti e dal detto Autore, e da altri, affermando lui ſteſſo di averli veduti con altri molti della Società Regia, nell' eſame di che noi non immoreremo di vantaggio, attenendoſi a quanto abbiamo detto ne' numeri I. e II. di codeſta Appendice, allorchè furono conſiderate quelle propoſizioni. Indicando dunque il Signor Jurin che la colonna premente debba riſultare dal foro moltiplicato nella doppia altezza dell'acqua, come appunto l'ha conſiderata il Signor Newton, ne porremo quì l'analiſi, che s' accorda con quanto rimarca eſſo Signor Jurin al §. *Libet hic loci* &c. cioè che l'intiera cateratta ſia eguale alla detta doppia colonna o cilindro, il di cui peſo tutto impiegar ſi dee nella ſceſa dell'acqua; imperocchè il valore di detta cateratta è $\int -yy\,dx$ in cui ſoſtituendo $4x\,dy$ in vece di $-y\,dx$, e $\frac{b^4a}{y^4}$ in vece di x in forza dell'equazione $xy^4 = b^4a$, ne deriva $\int -yy\,dx = \int 4b^4ay^{-3}\,dy$ ovvero $\frac{4b^4ay^{-2}}{2} = \frac{2b^4a}{yy}$, ma $yy = \frac{bb\sqrt{a}}{\sqrt{x}}$, dunque ſoſtituendo il valore di yy ſarà $\int \frac{2b^4a\sqrt{x}}{bb\sqrt{a}} = 2bba$ eſſendocchè quando ſi calcola tutta intiera la cateratta, x diventa $= a$; il che era &c.

3. Segue poſcia il Sig. Jurin ad eſaminare i fondamenti, ſopra de'

Append. del CAP. II. de' quali si è formata la dimostrazione del Sign. Giovanni Bernoulli, pretendendo di poter concludere, che quella goccia di acqua, che da esso viene posta come animata non che dalla gravità naturale della medesima, ma dalla colonnetta acquea, che gli sovrasta, non lo sia in effetto, sopra di che lasciandone la decisione ad altri, passerò a fare qualche riflesso sopra la risposta, che ne ha dato il Michelotti.

V I.

1. La critica dunque, che a questa proposizione fa il Signor Jurin, avendo per fondamento, che tutte le particelle dell'acqua agiscano in ragione della propria gravità, senza che le sovraposte vi concorrano ad accrescerne la forza, pretende il Signor Michelotti nelle risposte fatte e pubblicate l'anno 1724 p. 15. e seguenti, che il principio sia equivoco e falso, & è di parere, che da ciò seguirebbe un assurdo, che qualunque grave mosso dalla quiete, riceverebbe in un istante quella intiera velocità, che acquisterebbe il medesimo se fosse sceso da una maggiore altezza. Prova indi la verità della proposizione Bernoulliana anche col mezzo dell'equilibrio de' liquori, notando che l'azione delle parti di essi, rispetto alle parti imminenti al foro, sia quella di un cuneo, che volendo penetrare sforza del pari e le superiori, e le inferiori particelle, onde ne deduce dover esser la velocità della particella che sta per uscire dal foro in ragione dell'altezza di tutta l'acqua.

2. Quanto a me, come parmi evidente nelle sue suppozioni la dimostrazione del Sig. Bernoulli, così mi sembra anche assai facile il porla in chiaro, quando però prima venga distinto il vero caso della quistione. Un fiume, per prender la cosa assai materiale, quando il di lui corso si voglia ridurre ad un certo calcolo, in due stati si deve considerare o di alterazione, attesa la sopravenienza di nuove acque o lo scemamento delle medesime, ovvero di permanenza con acque costanti: nel primo caso i calcoli fondati sopra una data quantità di acqua, che in un dato tempo passi per ciascheduna sua sezione non servono, come servono nel secondo, ch'è quello che d'ordinario viene considerato dagl'idrometri. Se si farà la dovuta attenzione anche all'acqua uscente dal noto foro del fondo, o da qualunque altra parte, non sarà difficile da concepire, che anche in questa faccenda succeder dee in parità di circostanze lo stesso che ne' fiumi, almeno

no per alcuni istanti di tempo, cioè fino a tanto che sia ridotto il moto dell'acqua ad uno stato di permanenza, e ch'esso abbia acquistati tutti que' gradi di velocità in tutte le sue parti, che gli competono. Append. del CAP. II.

3. Quando dunque si distinguano questi due casi, si può facilmente venir in cognizione per il primo, che la pressione delle parti sopraposte alle inferiori deve aver luogo, almeno per que' primi istanti, e che questa poi debba cedere tantosto che succeda il secondo caso dello stato di *permanenza*, nel quale tutte le particelle ch' escono dal foro, n' escono dopo esser state mosse dalla superficie arrivando fino al fondo con quel moto ch' è comune a tutti i gravi cadenti, e senza che abbiano uopo di altra forza acceleratrice, che della naturale della propria gravità.

4. Proseguisce il Michelotti (pag. 22.) con nuovi argomenti contro la propositione Juriniana, considerando quella forza che può far la pressione dell'acqua in un vaso largo di fondo, e ristretto nella sua sommità, e supponendovi dentro l'acqua naturale, e poi agghiacciata, e nella varietà di detta forza che si esercita contro del fondo nell'uno e nell'altro caso, pone in essere quanto sia incongruo l'asserto di esso Signor Jurin. Ottimamente il Michelotti va deducendo quanto sia diversa la pressione del fluido, rispetto al solido, premendo questo nella sola ragione del di lui peso (quando sia in quiete) quello nella ragione della base nell' altezza del fluido, nascendo tal differenza appunto dalla natura della fluidità, diversa da quella de' corpi solidi. Il fenomeno può spiegarsi nella maniera che segue, il quale, per dir vero ha molto sembiante di paradosso. Nel vaso ACDEFB di figura larga nel fondo, e che poi va restringendosi verso la di lui sommità, vi sia l'acqua fino in AB; la pressione che farà contro del fondo EF è eguale alla pressione che farebbe l'acqua se il vase fosse bensì con la medesima base, ma con l'altezza dell' acqua da per tutto come FB, vale a dire, se la base essendo circolare, fosse il vaso un cilindro; in somma produrrà lo stesso effetto e nell'uno, e nell'altro caso, abbenchè nel cilindro l'acqua fosse in assai maggior quantità di quello fosse nel vaso proposto; attesocchè il peso dell'acqua contenuta nella parte ristretta CABH non solamente ha uopo di esser bilanciata dall' acqua esistente in un qualunque sito della porzione larga del vaso, ma tutta dee cooperare al medesimo effetto, mentre il peso AHBC TAV. I. *Fig.* 18.

tro-

Append. del CAP. II.

trovandosi sempre in atto di discendere, deve restar impedito egualmente da ciascheduna parte dell'acqua sottoposta e laterale, giacchè se una parte fosse nell'azione di resistere, e l'altra no, accaderebbe che per questa subito discendesse l'acqua CABH per la ragione del bilanciamento de' liquidi; L'asserto si prova ancora, concioſiacchè se in qualunque punto di DC apriremo un foro, l'acqua, quando l'altezza sia conservata sino ad AB, risalirà, non computate le resistenze dell'aria ed altre del vaso sino al detto livello AB, ed istessamente aprendosi infiniti fori, succederà sempre lo stesso per le cause sopradette; in oltre, se con un tubo recurvo piantato nel fondo EF, e rivoltato verso di AB, daremo sfogo a quest'acqua, vedremo, che poste le stesse cose, risalirà ess'acqua al livello AB, e così seguirebbe se infiniti tubi recurvi posti nell'antedetto modo fossero inserti nel detto fondo; dunque la pressione è eguale alla base EF nell'altezza FB, come appunto succederebbe se lo sperimento si facesse in un vaso cilindrico FG, che fosse ripieno di acqua; cosa che non può far il solido, perche le di lui parti non agiscono se non unite, e come una cosa sola, quanto se fossero ramassate nel di lui centro di gravità, ed allora, come nota il Michelotti, la pressione è proporzionale al peso semplicemente, cioè alla quantità della materia ch'è posta sopra quel tal fondo.

5. Quanto all'ipotesi di esso Michelotti di considerare l'acqua esistente nel vaso di difforme larghezza, primo nello stato di fluidità, indi di agghiacciamento, comecchè è vera l'illazione che ne viene dedotta circa alla forza del di lei premere, così pare che sia molto lontana da ciò che ha voluto intendere il Jurin, avendo questi bensì considerato col Newton, che si possano agghiacciare le parti laterali dell'acqua, quelle cioè che non stanno a piombo sopra del foro, ma non già quelle della colonna imminenti all'emissario, come rilevasi dal di lui §. *Quoniam nulla alia re &c.* (pag. 10) della disertazione prodotta dal Michelotti, che però varie essendo le suppoſizioni, non è da maravigliarsi, se anco le conseguenze siano diverse.

6. E circa allo sperimento della sceſa di quella colonna di Zecchini cento, l'ipotesi del Michelotti, non è quella del Jurin, e per quanto a me pare, non può ella accordarsi co' pesi di ciascheduna sezione della cateratta, nè può correre la parità che ne viene addotta, mentre in tanto si dice, che la cateratta succeder debba, in quanto che l'acqua in discendendo viene animata

da

da una varia velocità, ed ha biſogno per non diſcontinuarſi di far che le ſezioni di eſſa cateratta ſieno reciproche alle dette velocità; dove i Zecchini ſecondo all'ipoteſi del Michelotti riuſcendo ſempre minori di peſo a miſura, che ſi diſcoſtano dal fondo, ſu di cui poſano, non ſi sa vedere come mai correr poſſa il paragone fra le ſezioni della cateratta più dilatate a miſura, che dal foro ſono diſcoſte, co' Zecchini, che devono eſſer minori di peſo; ma o maggiori, o minori di queſto che foſſero, è noto che preſcindendo dalle reſiſtenze dell'aria, tutti i gravi cadenti, diſcendono nello ſteſſo tempo, quando pari ſiano le altezze delle cadute. Append. del CAP. II.

7. E quanto a ciò che ſoggiugne il Michelotti, (pag. 24) che prima che il Jurin voglia definire il moto dell'acqua uſcente pel foro di un vaſo col fondamento della quantità uſcita e conformata in un cilindro di doppia altezza di quella che abbi l'acqua nel vaſo, abbia egli a provare, che la forza dell'acqua uſcente come ſopra, debba eſſer eguale a quella che avrebbe un grave, che cadendo in un dato tempo ed eguale a quello dell'acqua uſcente dal vaſo nelle dette circoſtanze; ſi può riſpondere, che abbenchè non ſia incomparabile il moto uniforme coll'accelerato, come ſembra volerci ſignificare il Michelotti, trovandoſi ſempre la velocità dell'uniforme ed equabile doppia dell'accelerato, acquiſtata nel medeſimo punto ſecondo ai principj del Galileo, nulladimeno la difficoltà della propoſizione del Jurin, credo conſiſtere nel non ſaperſi dove eſſo moto accelerato termini, e dove cominci l'uniforme, ſe al foro, come l'hanno ſuppoſto ſin ora quaſi tutti quelli, che hanno trattato di queſte materie, ovvero nel maggior riſtringimento della vena acquea, come lo perſuadono oltre la ragione anco gli ſperimenti fatti, e fra queſti quelli praticati dalla diligenza del chiariſſimo Signor Marcheſe Poleni; non ſolamente nel Libro *de Caſtellis*, ma ancora in quella lettera che indirizzò al Signor Marinoni Matematico Ceſareo l'anno 1724, non potendo la diverſa quantità dell'acqua uſcita e raccolta in que' cavi priſmi, de' quali egli fa menzione, in altro modo ſalvarſi e ſpiegarſi, ſe non col riſtringimento delle vene; ha il medeſimo Signor Poleni, con una eſattezza eguale alla di lui penetrazione, rettificate le ſperienze dell'inſigne Mr. Mariotte *Trattato del movimento delle acque*, (pag. 423) e rilevata con il porre a' vaſi lumi di varie figure, e di difformi groſſezze la molta differenza che ne riſulta, la quale ſe fu conoſciuta dal Mariotte.

Append. del CAP. II.

riotte, venne da lui attribuita nel medeſimo *Trattato* (p. 428) *diſcorſo terzo*, alle diverſe reſiſtenze incontrate dall'acqua all'uſcire, il che è vero: ma tali reſiſtenze non da tutto il moto dell'acqua, ma da quello in particolare che ſi fa per la varia groſſezza de' lumi, ſemplicemente provengono.

8. Alla dimoſtrazione portata in appreſſo dal Sig. Michelotti (pag. 29) non vi è che riſpondere, ſe intender ſi vuole nel primo tempo, che aperto il lume l'acqua fluiſce; ma quando queſta ſia ridotta allo ſtato di permanenza; in tal caſo, conſiderando il moto concepito dall'acqua, ſe queſto ſi vuole equabile ed uniforme, può beniſſimo eſſer vero, che la preſſione ſia eguale al doppio cilindro, il che non ſuccederà allora quando il detto moto tale non foſſe; mentre non valerebbe che il ſemplice cilindro, cioè il prodotto del foro nell'altezza dell'acqua; quindi il tutto dipende dal porre una retta ipoteſi ſenza confondere i moti accelerati con gli equabili ed uniformi, e lo ſtato *variabile* dell'acqua, che ha ne' primi iſtanti dell'apertura del foro, con lo ſtato di *permanenza*, il che nella determinazione della quantità dell'acqua uſcita da' fori predetti, ha cagionato di molti equivoci, e perpleſſità.

VII.

1. E' entrato in queſta quiſtione anco il Signor Daniele Bernoulli figliuolo del rinomatiſſimo Sig. Giovanni ſin d'allora che trovavaſi in Venezia. A queſto inſigne Matematico profeſſando io del pari e grandiſſima ſtima per la ſingolar ſua cognizione nelle ſcienze più recondite, ed una ſincera amicizia per le rare doti che il di lui animo adornano, dovrei ciecamente ſoſcrivere a quanto nelle di lui eruditiſſime Eſercitazioni ha prodotto in Venezia ſin dall'anno 1724, ſe non foſſi ſicuro che l'ingenuità ſua, e l'amore della ſola verità, a cui ha diretto ogni ſcopo de' ſuoi profondi ſtudj, non mi permetteſſero di aggiugner quivi qualche rifleſſione ſopra di quanto fu in queſta materia da eſſo in allora pubblicato.

2. Il motivo dello ſcrivere ſuo fu, com'egli ſteſſo ſi eſprime, perche il Signor Conte Riccati, ſoggetto di chiariſſimo nome, aveva trovato nella propoſizione, di cui ſi è detto, di che ridire a quanto aveva pubblicato il Signor Michelotti nel Libro *de ſeparatione fluidorum*, profeſſando eſſo Sig. Conte di poter difendere

fendere e ſoſtenere la verità del Corollario Newtoniano, non ammeſſo dal predetto Sig. Michelotti. Append. del CAP. II.

3. Pone il Sig. Bernoulli come *apodittica* la dimoſtrazione Newtoniana del Corollario ſpeſſe volte nominato della prima edizione de' Principj, ed in prova della validità della medeſima dice: Che ſe nel vaſo EABF ripieno di acqua ſino in EF s' intenda aprirſi il foro CD, e ſi ſupponga, a riſerva della porzione A*mn*B infinitamente piccola, agghiacciarſi l'altra parte acquea E*mn*F dice, che il ghiaccio dovrà eſercitare ſopra dell' acqua rimaſta la ſteſſa preſſione, che faceva prima dell'agghiacciamento. Circa però alla forza di queſta ragione, avrei quella ſteſſa difficoltà ch' ebbi quando eſaminai la propoſizione del Sig. Michelotti nel numero precedente §. 4; diverſa, quanto al mio intendere, eſſendo l'affezione del ſolido, che tale è divenuta l'acqua agghiacciata, da quella del fluido, ed altri e diverſi per conſeguenza gli effetti che a produrſi vengono nell' uno e nell'altro ſtato; onde per queſto capo ſembra che il mezzo termine addotto dell' acqua agghiacciata non poſſa aver luogo per concludere quanto è ſtato propoſto. TAV. I *Fig.* 19

4. Per altro la dimoſtrazione del Sig. Co: Riccati riferita nelle *Eſercitazioni* (pag. 33) è appoggiata a non altro che alla velocità ridotta equabile e coſtante, che vien ſuppoſto aver acquiſtato l'acqua all' uſcire dal foro, nè ſi vede perche in tale ſuppoſizione non abbia ad aver luogo per concludere effettivamente quanto è ſtato aſſerito; il punto ſta che tal ſuppoſizione ſi accordi col fatto, e che così realmente ſucceda in natura.

5. Nè differente da ciò è quanto nella lettera del Sig. Conte Riccati portata (pag. 38 di dette Eſercitazioni) vien riferito al §. *Quid ex his ſequatur vides*; volendo cioè non altro eſſo Sig. Conte ivi concludere, come conclude di fatto, che ſe la quantità dell'acqua uſcita nell'aſſegnato tempo è doppia, doppia doveſſe altresì eſſere la forza impellente della medeſima, ſecondo gli ſteſſi principj portati dal Sig. Michelotti.

6. Dicendo poſcia il Sign. Co: Riccati al §. della lettera ſuddetta (p. 39.) *Quod ſi ab iſtis circumſtantiis*; che non potendoſi miſurare altrimenti la forza eſpellente, ſe non per la quantità del moto generata in un dato tempo; vien egli documentato dalla eſperienza, che l'acqua uſcente da un vaſo nel tempo definito dal Newton, quando venghi paragonata con quella quantità, ch' empiſſe la cavità di un cavo cilindro, attaccato normalmente

Append. del CAP. II.

all' orificio, sarà molto maggiore della semplice, vale a dire, del prodotto del foro nell'altezza dell' acqua costante; ma soggiugne, non mai però arrivare ad esser doppia, abbenchè in certi casi a questa di molto s'avvicini, secondo gli esperimenti fatti dal Sig. Marchese Poleni.

7. Questi credo che possino esser quelli registrati nella lettera da esso diretta al Signor Marinoni Matematico Cesareo, cioè li sei ne' quali armando il foro di lamine, e di cavi cilindri, ha raccolto varie quantità di acqua dentro il tempo di un minuto primo d'ora, conservando però sempre gli stessi diametri delle aperture, e la stessa altezza dell' acqua; in fatti essendo il foro, di cui egli si è servito di 3 linee di diametro, cioè all' in circa $\frac{1}{11}$ di un pollice quadrato, e l'altezza dell'acqua di piedi 13 ovvero once 156, e supponendo coll' Ugenio che un grave discenda in forza della propria gravità per piedi 15 in un minuto secondo di ora (ommettendo il pollice di più, ch' egli osservò, ciò poco alterando il calcolo) il medesimo grave percorrerebbe in 52‴ in circa lo spazio delli 13 piedi predetti; quindi facendo $\frac{1}{11}$ la quantità corrispondente in detto tempo, valerebbe questa pollici cubici $10\frac{2}{7}$.

8. Ma avendosi osservato, che in un minuto primo uscirono nel primo sperimento pollici cubici 607; adunque in 52‴ uscirebbero pollici 11 $\frac{11}{12}$, cioè poco più della semplice quantità ricercata dal foro, e dalla semplice altezza. Nel sesto sperimento poi, mutati gli emissarj, abbenchè dello stesso diametro e figura, crebbe la quantità raccoltasi nel medesimo tempo a 905 pollici cubici, i quali divisi per 52‴, come sopra, danno pollici cubici 17 $\frac{11}{12}$, vale a dire, che molto si accosta alla doppia quantità, senza però mai arrivare al preciso; ma tutte queste varianti quantità provengono dal sito del maggior restringimento delle vene acquee, senza la considerazione di cui, mai si potranno spiegare li sopradetti fenomeni.

9. Segue il Sign. Co: Riccati nella detta lettera (pag. 40) in forza degli addotti sperimenti a rappresentare, che se nel tempo definito dal Newton, discendendo la suprema superficie dell' acqua, che sta imminente sopra del foro, fino al fondo del Vaso, o sia il cilindro sotto una tal altezza, e di base eguale al foro, se altro non cospirasse (dic' egli) ad alterare questo di lei moto, dovrebbe uscirne appunto tanta quantità, quanto porterebbe essa colonna, ma dalle sperienze n' esce di vantaggio; dunque, conclude,

clude, che all' azione verticale dell'acqua, vi ſi aggiugne anco l'obliqua, ed eſſer in ſomma certo, che opera in queſto incontro una maggior copia di acqua, di quella che porterebbe la ſola colonna predetta. Append. del CAP. II.

10. Nella riſpoſta che a queſta lettera diede il Sig. Bernoulli (pag. 44) adduce in prova del ſuo argomento varie ragioni, che non facendo direttamente allo ſtato della quiſtione, che quì ſi eſamina, le potrà il Lettore vedere nel ſuo fonte; ſi dirà ſolamente che (alla pag. 46) ſembra che e' dubiti dell' eſperienze citate dal ſuo Antagoniſta, cioè ch'eſca maggior quantità di acqua pel foro, di quello che dia il calcolo della colonna: aſſerendo, che la ragione perſuade il contrario, quì mi farò lecito di dire, che il fatto è tale, nè doverſi ricredere a quanto con tutti i numeri dell'attenzione ha oſſervato il Sig. Marcheſe Poleni nella citata lettera, dalla quale ſi è tirato il calcolo regiſtrato a' numeri 7 e 8 di queſto articolo.

11. Le obbiezioni del Sig. Bernoulli diedero motivo al Sig. Co: Riccati di replicar di nuovo con altra lettera in data 24 Marzo 1724, e viene pur queſta regiſtrata nelle Eſercitazioni (p. 47, e ſeguenti) in queſta riproducendo al criterio la materia, ſi eſprime (pag. 50) che veramente da quanto ſcriſſero il Guglielmini, l'Ermanno, il Varignon, e l'Ugenio ſi ritrae, dover uſcire dal foro del vaſo in quiſtione una doppia quantità di acqua riſpetto a quella raffermata dalla colonna imminente al detto foro, ma pretende eſſo Sig. Conte che non vi arrivi, nè arrivar vi poſſa; dopo preſa per mano la dimoſtrazione Newtoniana del Corollario della 36 afferma che in queſta ſiaſi molto bene dal ſuo Autore diſtinta la velocità della ſuperficie, dalla quiete che aveva prima che niun moto concepiſſe: coſa, dice, non ben oſſervata da altri che hanno verſato ſopra di tal materia, aggiugnendo, che il Newton inſegna che detta velocità della ſuperficie, debba eſſer quella, che un grave avrebbe acquiſtata in cadendo col moto accelerato dall'altezza HI: coſa a cui, ſoggiugne il Signor Conte Riccati, per non aver avuto rifleſſo il Sig. Bernoulli, l'abbia portato a tirar delle conſeguenze lontane dal vero, volendo per altro che nel fatto della cateratta, vi ſia ſtato anche nel ſuo Autore qualche coſa di umano: confeſſando però, che con tal ipoteſi ſi ſalvino molto meglio i fenomeni, che ſecondo qualunque altra di ciaſchedun' altro Autore. TAV. I *Fig.* 15

12. Provocato a verſar ſull' eſperienze, riſponde il Sig. Bernoulli

Append. del CAP. II.

noulli (pag. 58) dubitar delle praticate oſſervazioni, rimarcando che le fatte dal Sig. Marcheſe Poleni, non danno che il medio fra la ſemplice, e la doppia quantità, o ſia il cilindro dell'acqua imminente al foro, quando, ſoggiugne, la ragione moſtra, che aveſſe ad eſſer eguale o all'una o all'altra di eſſe due quantità, e conclude di non doverſi fidare degli ſperimenti, almeno (credo che voglia dire) de' praticati fin allora. Veramente il voler che le ſperienze indichino a capello il vero ſtato di ciò, che ſi cerca, ſembra un pretender troppo, e voler che la fiſica dia quanto la pura ed aſtratta Geometria; baſta bene, che gli ſperimenti ſi accoſtino convenientemente a quel termine, che l'oſſervatore ha in viſta. Nelle fatte ſperienze, che danno ſempre una maggior quantità di acqua del ſemplice cilindro predetto, e mai minore, anzi in certi caſi aſſai da vicino al doppio, pare che preſcindendo dalle circoſtanze che viſibilmente poſſono alterar l'uſcita dell'acqua, debbaſi credere, che ſe non preciſamente la doppia colonna, non mai la ſemplice ſia quella che uſcir dovrebbe: coſa, che abbondantemente reſta poi comprovata dalle ultime eſperienze fatte dal Sig. Marcheſe Poleni, e regiſtrate nella detta lettera diretta al Sig. Marinoni: notizia della quale in fatti non mi coſta, che il Signor Bernoulli abbia avuta, eſſendoſi pubblicata dal più al meno nello ſteſſo tempo, che le eſercitazioni ſteſſe uſcirono alle ſtampe. Quindi non dee recar meraviglia, ſe il Signor Bernoulli non avendo vedute dette poſteriori eſperienze, abbia detto di dubitare delle oſſervazioni fin' allora praticate dagli Idrometri. Che poi l'aria abbia potuto ritardare nella ſceſa del grave il di lui moto, e che per conſeguenza il tempo della caduta, a cui ſi è ragguagliata anco l'uſcita dell'acqua, ſia ſtato preſo maggiore di quello ſia ſtato in fatti, non pare che tal obbiezione poſſa detrarre ſenſibilmente alle dedotte conſeguenze: e ciò tanto meno, ſe ſi ha riguardo che queſto è ſtato calcolato ſecondo le oſſervazioni fatte dall' Ugenio nel pieno, e non già nel vuoto, allorchè con replicate ſperienze ricavò, che un grave liberamente cadente dalla quiete, percorra in un minuto ſecondo di tempo piedi 15, ed un pollice del Regio piede di Parigi.

13. Ciò che il Sig. Bernoulli (p. 59) avanza del cilindro inſiſtente ſopra dell'orificio del fondo, e pertugiato da infiniti fori, non pare, che l'effetto, che ne dee avvenire, altro non poſſa indicare, ſe non che allo sbilancio della colonna, o cilindro ſud-

detto

detto, ſucceder debba il movimento delle parti laterali, nel che farſi, ſe ben ſi riflette, naſcerà non altro che la cateratta Newtoniana; tanto poi è lungi, che l'acqua laterale alla detta colonna pur acquea, poſſa tenerla ſoſpeſa, che anzi è credibile, che venghi ajutata dalla detta acqua laterale al moto; ed in ſomma che ſegua appunto l'oppoſto di ciò, che di ſeguire ci avviſa eſſo Signor Bernoulli; e circa a' cuneoli dell'acqua, e agli interſtizj riſultanti fra goccia e goccia, non pare che una mera ipoteſi immaginata per ſalvare con qualche veriſimiglianza gli allegati fenomeni, al certo ſenza alcun fondamento, che ſia reale, che pure ſembrava aſſai neceſſario, trattandoſi non di altro, che del modo di conoſcere la miſura di detta acqua uſcita. Append. del CAP. II.

14. Paſſa in ſeguito il Sig. Bernoulli (pag. 61 e 62) a provare contro del Sig. Co: Riccati, che quando ſi voleſſe ammettere il moto obliquo delle particelle dell'acqua aſſerito da eſſo, queſto non ſolo nulla contribuirebbe alla preſſione delle goccie dell'acqua, che anzi per lo contrario, quanto maggiore egli foſſe, tanto minore pretende, ch'eſſer doveſſe la velocità con cui ſi ſcaricherebbe l'acqua. A tal cauſa conſidera in primo luogo il vaſo pieno d'acqua, ma tutto aperto nel di lui fondo, e dice che ciaſcheduna particella dell'acqua, venendo animata dalla propria naturale gravità, diſcenderebbe con una velocità da principio infinitamente piccola, nel paſſar che farebbe dalla quiete al moto; ma in tal caſo, non ridotto il fluido allo ſtato di *permanenza*, pare che l'ipoteſi ſia fuori della quiſtione. Conſidera poi in ſecondo luogo il foro infinitamente piccolo, e ricerca che coſa ne foſſe per ſeguire nell'uſcita dell'acqua, ed aſſeriſce che ciaſcheduna goccia di acqua dovrà communicare a quella che gli ſta di ſotto tutta la forza della ſua gravità differentemente da quello che ſuccederà nel primo caſo, in cui la goccia precedente non riceveva impulſo veruno dalla ſuſſeguente; e la ragione dice, di eſſere, perche in queſto ſecondo caſo la goccia ſuperiore preme con tutta la ſua gravità la inferiore, mentre eſſa niente cede; credo, voglia inferire, perche queſta è come in quiete per l'equilibrio dell'acqua laterale col mezzo de' cuneoli da eſſo introdotti nella ſpiegazione del fenomeno; nella qual circoſtanza deve però ricevere, ſecondo al parere del Signor Bernoulli, tutto l'impeto della ſuperiore. Prima di paſſar oltre ſiami lecito di riflettere brevemente ſopra l'aſſerito equilibrio, che conſiſte nel ſupporſi, che ogni particella della colonna acquea reſti controbilanciata da un filamento

dell'

Append. del CAP. II.

dell'acqua laterale, il che a mio credere ha le ſue grandi difficoltà per eſſer ammeſſo, come un vero principio in Statica. Queſto equilibrio dunque fra le particelle della colonna, e l'acqua laterale, ſe io mal non mi appongo è ſtato dedotto da quanto ſuccede nel meccaniſmo della ſoſpenſione dell'argento vivo nel Barometro; ma la faccenda, ſe dritto ſi mira, va molto diverſamente, mentre in quella machinetta ſuccede effettivamente il bilanciamento fra la colonna dell'aria alta quanto è tutta l'atmosfera, e le 28 once di altezza in circa del Mercurio; ma l'azione e reazione, che vicendevolmente viene eſercitata da que' due fluidi ſuccede pel vuoto d'aria che reſta fra la ſuperficie del Mercurio, e la ſommità del cannello ſigillato ermeticamente, come ſi può vedere da quanto ne ſcriſſero tanti Autori, che di tal materia hanno lodevole, e chiaramente trattato; tolto perciò il vuoto, ſi toglie ſubito anco l'equilibrio; quindi non ſi sa concepire in buona filoſofia, che i filamenti laterali, poſſino mai formar bilanciamento con le parti della colonna; ma per l'oppoſto, anzi coſpirare al medeſimo moto, ch'ella ha, e proccura di avere per uſcire dal foro; e perciò la preſſione non potrà eſſer eſercitata dalle ſuperiori contro le inferiori particelle. E quanto all'argomento che ſi potrebbe trarre dalle galleggianti per iſpiegare il detto equilibrio, entrandovi nel paragone due corpi eterogenei, la coſa eſce ſubito da' limiti delle noſtre ſuppoſizioni, nè può dare per l'aſſunto del Sig. Bernoulli prova alcuna.

15. In terzo luogo ſi fa a riflettere il Signor Bernoulli ad un' altro caſo, che ſarebbe allora quando il foro foſſe eguale alla metà del fondo, o della ſuperficie dell'acqua contenuta nel vaſo: il che poſto, dice, che la ſuperficie predetta EF diſcenderebbe con la metà della velocità, di quello ſarebbe l'acqua uſcente per CD: e ne ricava, che ciaſcuna goccia non impieghi da principio del ſuo moverſi, ſe non la metà della propria gravità naturale, e l'altra metà la comunichi alla goccia, che gli ſta ſoprapoſta; di modo che torni lo ſteſſo, come nel foro infinitamente piccolo del caſo precedente, venendo l'acqua animata da una gravità acceleratrice eguale alla metà della gravità acceleratrice ordinaria; onde poi la forza con cui l'acqua da principio eſce, la ſtabiliſce eguale a mezzo il peſo della colonna acquea imminente ſopra del foro CD, e la velocità con cui eſce, riſpetto a quella con cui uſcirebbe, ſe il foro foſſe infinitamente piccolo come $\sqrt{\frac{1}{2}}$ ad 1, vale a dire, l'acqua fluirebbe con quella velocità, ch'è dovuta

TAV. I *Fig.* 19

ad

ad un grave che cadeſſe dall'altezza di $\frac{1}{2}$ BF; e finalmente vuole che da ciò ne ſegua, ch'eſſendo in queſta ſuppoſizione maggiore il moto obliquo o intrinſeco, che deriva dall' ampiezza maggiore del foro, minore ſia la velocità.

16. Ma quì mi ſarà permeſſo di riflettere, che il Signor Bernoulli, ed appoggia, direi quaſi, ſenza avvederſene, la cateratta che cerca di proſcrivere, e fa un'ipoteſi, che pare interamente fuori della quiſtione: Appoggia la cateratta, avvegnacchè, dicendoſi la velocità del vaſo ſuddupla di quella del foro per eſſer reciproche le ſezioni con le dette velocità, convien porſi il moto in tutta la ſuperficie EF, come appunto per un qualche ſpazio ſuccede nella cateratta; e pure eſſo Signor Bernoulli non voleva altro moto nell'acqua, che quello che ſi fa nella colonna imminente al foro; oltredicchè non reſta poi manifeſto, come porre ſi poſſa la velocità della ſuperficie EF ſuddupla di quella del foro, quando quella per la ſuppoſizione non ha da muoverſi, dovendo eſſo vaſo conſervarſi ſempre ripieno; quindi le conſeguenze che ſe ne ſono dedotte, pugnando con i ſuppoſti nulla poſſono concludere. Facendo poi attenzione alla formula $\frac{n-m}{n} p$, eſpreſſa dal Sig. Bernoulli (p. 63) per la forza che caccia l'acqua fuori del foro, quando queſto foſſe eguale a tutto il fondo cioè $n = m$; in tal caſo eſſa forza ſarebbe nulla, e la velocità eſpreſſa per $\frac{n-m}{n} r$ (in cui r vale l'altezza del cilindro: dove p nella prima eſpreſſione dinota la preſſione della colonna acquea) ſarebbe eſſa pure eguale a *zero*, non che infinitamente piccola, come l'Autore ſi eſprime più abbaſſo; Può forſe aver egli inteſo per l'una e per l'altra il ſolo primo iſtantaneo momento: ma queſto non è quello che porta la quiſtione, come tante volte ſi è notato nella diſamina di queſte propoſizioni.

17. Iſtando il Sig. Co: Riccati verſo il Signor Bernoulli, che per venir in chiaro della verità, voleſſe far il calcolo di quell'eſperimento, che viene regiſtrato dal Guglielmini verſo il fine del ſuo Trattato *della miſura delle acque correnti*; lo eſeguiſce il Signor Bernoulli (alla p. 66) delle *Eſercitazioni*; ed in fatti ſi trovà, che paragonata l'uſcita effettiva dell'acqua dal foro con quella del cilindro inſerviente al medeſimo, non è molto differente dall'egualità, cioè con la ſola diſcrepanza di queſte due frazioni $2\frac{10111}{10611}$ e $2\frac{11}{16}$ cioè quella, che corre fra il numero 504320 e 509328,

Append. del CAP. II.

e 509328, ovvero di parti 5008; degno per altro di rimarco si è, come non ostante che la mole dell'acqua del cilindro, molto, per vero dire, si accosti ad esser eguale alla uscita pel foro, ciò non ostante quella sia però maggiore, e come che lo sperimento fu fatto dal Guglielmini coll'armar il foro di semplice lamina di ferro, così risponde con poco divario a quello, che pur fece il Signor Marchese Poleni (se le misure si riducono, come è conveniente o tutte alle parti del piede Regio di Parigi, oppure a quelle del piede di Bologna) sopra di che potrà vedersi, quanto fu detto a' numeri 7 e 8 dell'articolo corrente di quest'Appendice, cioè, che praticato lo sperimento in questo modo, l'acqua uscita molto si accostava ad esser eguale a quella che potrebbe esser contenuta nel semplice cilindro di base come il foro, e di altezza come quella costante dell'acqua del Vaso, il che poi non si è verificato nelle susseguenti sperienze, quando il foro veniva armato in altra maniera, come in detto Articolo abbondantemente si è considerato; in somma, quando non si abbia in riflesso il diametro della *vena*, ch'è il vero e naturale emisario, ma solo l'artificiale del foro, nulla di certo in questo affare sarà mai per raccogliersi.

18. Il fenomeno poi, osservato dal Signor Bernoulli (pag.68) della vena di acqua torbida ed opaca fino al di lei maggior restringimento, e dopo il detto punto pellucida e chiara, sembra a me, che molto provi, circa all'accelerarsi del moto dell'acqua fino al detto punto, e ridursi poi equabile dopo del medesimo, mentre e l'opacità, e la torbidezza non ponno da altro procedere, che dalla maggior costipazione ed affollamento dell'acquee particelle, che atteso il di loro maggior moto, più si affollano fino al massimo restringimento della *vena*; ma dopo di questa, rimettendosi alla uniformità del movimento, danno luogo alla diafaneità; il che ancora resta ulteriormente comprovato dall'osservarsi la vena continuar col medesimo diametro senz'altra alterazione: segno indubitato della equabilità del moto contratto dopo di quel punto dalle particelle dell'acqua.

VIII.

Nel mentre che stavo trascrivendo la presente Appendice, mi giunse la nuova Edizione della *Natura de' fiumi* del celebre Guglielmini, con le annotazioni del chiarissimo Sig. Eustachio Manfredi, soggetto per tutti i titoli d'indelebile memoria, e la di

cui

cui perdita ſeguita in queſt'anno 1739, ſarà memorabile, accoppiate ch'erano in lui con raro eſempio le perfette cognizioni egualmente delle più ſublimi ſcienze, e delle più amene lettere. Egli dunque nell' Annotazione III. del Capitolo primo alla Propoſ. 6. (p. 34) rimarca, che il detto Guglielmini ſia ſtato il primo a porre in eſſere la figura della cateratta o imbuto, che viene formato nel cadere dell' acqua dalla ſommità di un vaſo che ne ſia ripieno, ed abbia un foro nel fondo, andandovi di moto accelerato. E vaglia il vero, certamente che il Newton nella prima edizione de' *Principj della naturale Filoſofia* non fa parola di tal cateratta, come la fa nella ſeconda pubblicata del 1713, quando il Libro della *miſura delle acque correnti* del Guglielmini uſcì l'anno 1692; Egli dunque e l'indicò in detto Trattato al Libro 4. propoſ. 6, e geometricamente poi dimoſtrolla, benchè cateratta non la chiamaſſe, nel Libro 5. Prop. 9. Dopo poi e del Guglielmini, e del Newton, il celebratiſſimo Sig. Giovanni Bernoulli negli Atti di Lipſia del 1716, ed il Sig. Ermanno nell' Appendice alla *Foronomia* ne diedero le loro particolari dimoſtrazioni fondate ſopra il principio delle preſſioni; onde furono di parere, che per concepire la velocità dell' acqua all' uſcire dal foro, baſtaſſe il porre al calcolo la ſemplice altezza della colonna acquea imminente ad eſſo foro. Append. del CAP. II.

2. Ma il Sig. Manfredi con un molto convincente raciocinio ſtabiliſce contro il ſentimento predetto: *Che il ſemplice peſo della colonna del fluido, che ſta perpendicolarmente ſopra del foro, da ſe ſolo non baſterebbe che per metà a cacciar fuori l' acqua con quella velocità, con cui eſce dal vaſo (ſe queſta è eguale a quella di un cilindro caduto da pari altezza) nè per trovare il rimanente della forza a ciò neceſſaria ad altro ſi ſaprebbe ricorrere, che all' altra acqua laterale, ch' è d' intorno alla detta colonna: e che ſpingendo ſecondo alla comune proprietà de' fluidi per ogni verſo, venga come ad iſchiacciare, e ad aſſottigliare quell' ultima falda o gocciola d' acqua, che ſi preſenta al foro (la quale ſola può cedere a tal preſſione per avere l' eſito aperto per lo ſteſſo foro,) e con ciò fuori la ſprema, ſuccedendo eſſa a riempier d' intorno ciò che quella ha laſciato di vuoto preſſo gli orli del foro, onde poi naſca la contrazione del getto: E però ſi dee conchiudere, che la forza di tutta l'acqua laterale nel produrre queſto effetto ſia altrettanta, quanta è quella della colonna perpendicolare, con cui in fatti ſta in equilibrio; ſe pure non ſi dee dire piut-*

Append. del CAP. II.

toſto, che tutto l'effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro non faccia, che andare ſomminiſtrando al foro nuove falde di ſe ſteſſa, di mano in mano che la forza obliqua le va ſpremendo, e cacciando fuori del vaſo.

3. Ho voluto quì traſcrivere tutti li penſamenti del Signor Manfredi, per ſpiegar il fenomeno: riputando io poter queſti dar tutto il peſo a quanto ſi cerca; circa poi alla di lui dimoſtrazione che comincia al §. *Prendendo dunque* &c. (p. 40) ella è tutta fondata ſopra la comparazione di un ſolido che cade dall'altezza che ha il fluido nel vaſo, con la quantità del fluido ch'eſce dal medeſimo vaſo, ſuppoſto che il primo abbia nel fine di ſua caduta acquiſtata per appunto quella velocità, che poi ſempre ritener dee il fluido in eſcire dal foro: vale a dire, ch'eſſa velocità nel ſolido ſarebbe ſtata capace di correre un doppio ſpazio nel medeſimo tempo, ſe invece di cominciar dalla quiete ad accelerarſi, ſecondo la legge ritrovata dal Galileo, foſſe ſempre diſceſo con quella tal velocità acquiſtata nel fine della caduta; quindi eſſo Sig. Manfredi raccoglie, che la quantità del fluido uſcito, debba in buona teorica eſſer doppia della colonna, che ſta ſopra del foro, e non già, come altri hanno ſentito, come la ſemplice colonna.

CAPI-

CAPITOLO TERZO.

Dell' uſcita dell' acqua da' Vaſi armati di tubi; ſue leggi e fenomeni.

I.

NElla ricerca della quantità dell'acqua, che in certo determinato tempo eſce da' lumi de' vaſi, oltre alle coſe dette nel Capitolo antecedente, vi è da attendere ad altre molto eſſenziali circoſtanze, le quali o traſcurate, o non oſſervate, poſſono render dubbioſe le ſperienze, e fare che i calcoli che ad eſſi ſi appoggiano, reſtino non corriſpondenti alla verità che ſi cerca. Fu il primo, per quanto a me coſta, il Mariotte, che ſi avviſò, uſcire maggior quantità di acqua da un tubo cilindrico, che foſſe inſerito nell'orificio di un vaſo, di quella che nel medeſimo tempo, può dallo ſteſſo uſcire dal detto orificio libero, e non punto armato di tubo, abbenchè il diametro e nell'uno e nell'altro caſo ſi ſupponga il medeſimo. Riporterò una ſola delle quatro ſperienze fatte da queſto acuratiſſimo Autore, e ſarà quella che riferiſce nel Trattato del moto dell'acque Vol. II. p. 423. Ediz. d'Ollanda in 4. *Io*, dic'egli, *ho fatta un' altra ſimile ſperienza: Ho attaccato un tubo di ſei piedi di lunghezza, e di un' oncia di larghezza all' apertura E di un vaſo di capacità di un piede cubo, il quale eſſendo ſtato riempito di acqua, e' ſi vuotò in 37 ſeconde: ed avendo tagliato il detto tubo nel mezzo H, ſi vuotò in 45 ſeconde: e tagliato nell' alto in E, ſi ſcaricò in 95 ſeconde; dal che ſi ricava, che la lunghezza de' tubi cagiona maggior accelerazione.* Altri ſperimenti ſoggiunge poi il detto Autore, che tutti confermano queſta ſua propoſizione, aggiongendo a carte 424. *Un altro tubo di piedi 4 fece pure il medeſimo effetto; egli aveva 4 linee* (di apertura di diametro) *da un capo, e quatro e mezzo dall' altro. Si inſerì all' orificio ſecondo tutte e due le poſizioni* (cioè da un capo e poi dall'altro) *e diede la medeſima quantità di acqua, ſe non che parve, che eſſendo le 4 linee in E e le 4 ½ in F* (vale a dire con la maggior apertura eſternamente) *ne ſomminiſtraſſe tre o quatro cucchiari di più.* Nota in oltre, che ſe quelli tubi ſono troppo riſtretti, poco o nulla è la differenza fra la quan- TAV. I. Fig. 20.

CAP. III.

tità che danno i vasi, siano o armati, o non armati ne' loro emissarj di tubi.

II.

Per ispiegare con fondamento quanto ci occorrerà in questa materia, è necessario di avanzare ciò che il Sig. Cavaliere Newton ha prodotto ne' *Principj della natural Filosofia*. Ediz. II. prop. 36. Libro II. Caso primo al §. *Liquescat jam glacies &c.* dic' egli dunque: *Conciosiacchè le particole dell' acqua non passano tutte perpendicolarmente per il foro, ma dai lati del vaso d' ogni intorno fluendo e drizzandosi verso l' orificio, passano per questo con moti obliqui: e dirigendo abbasso il loro corso, cospirano nell' uscire a formare una vena di acqua, la quale è più ristretta un po al di sotto del foro, di quello sia nello stesso orificio, ed è il diametro della vena, al diametro dell' orificio come 5 a 6, ovvero come 5 $\frac{1}{2}$ a 6 $\frac{1}{2}$ prossimamente, seppure senza prender sbaglio, queste misure ho potuto prendere.* E verso il fine di questo stesso paragrafo soggiugne: *Egli è poi noto, per gli sperimenti, la quantità dell' acqua somministrata da un lume circolare aperto nel fondo di un vaso, esser quella, che in ragione del diametro della vena con l' antedetta velocità uscir dee &c.* Dalle quali cose si raccoglie in primo luogo, per le osservazioni del Mariotte, che maggior quantità d' acqua esce pel foro di un vaso armato di tubo, di quello faccia per il semplice lume: contuttocchè siano entrambi di una stessa apertura di diametro; ed in secondo luogo dalle sperienze del Newton, doversi stimare la quantità dell' acqua, che viene somministrata da' lumi, in ragion della velocità, e della sezione non del foro, ma di quella della vena di acqua che in uscendo si forma.

III.

Per stabilire alle osservazioni di questi insigni Autori, che primi tali fenomeni scoprirono, un congruo raziocinio, e ridurre possibilmente alla verità del calcolo la cosa, è d' uopo riflettere a qualche essenziale proprietà de' corpi fluidi in generale. Hanno questi, come è noto, le loro parti componenti, tutte vicendevolmente staccate; ma una certa loro naturale viscosità, o come altri chiamar la potrebbero, *attrazione*, fa che si muovano con una specie di partecipazione, vale a dire, come se le medesime parti fossero in qualche modo assieme collegate: cosa, a cui se ben si atten-

attende, che disturba non poco le ordinarie leggi della gravità, per le quali ciascuna particola dell'acqua, dovrebbe con un certo impeto avvicinarsi al centro de' gravi, come accade a' solidi, qualor liberamente discendono; dal che si raccoglie, che il fluido mover si debba, come se fosse una cosa sola, ma il di lui moto dipende poi da molte altre circostanze affatto proprie di esso fluido, e niente comuni a' corpi solidi. In uscendo dunque, che fa l'acqua da' vasi, convien attendersi non solamente alla velocità, che ritiene per la pressione delle parti superiori, ma ancora al vero diametro del foro, come secondo il Newton si è registrato nel numero precedente. E perche si osserva, che l'acqua uscente da' vasi non progredisce sempre con la stessa grossezza di vena, ma che si va assottigliando fino ad un certo termine, egli è da esaminarsi, da che possa derivare un tal ristringimento di diametro, il quale è maggiore, allorchè l'acqua passa nell'uscire per semplici lumi, e minore, quando passa per tubi di qualunque figura; e s'indicherà poi il modo di calcolare precisamente qualunque quantità di acqua, somministrata da qualunque lume o munito, o non munito di tubo. CAP. III.

I V.

Per la spiegazione di un tal fenomeno, il dire, che la velocità si accresca in passando pe' tubi; e che perciò si assottigli la *vena* dell'acqua (che così la chiameremo per uniformarsi al Sig. Newton) ella è una mera ipotesi gratuitamente introdotta, non iscorgendosi veruna cagione, che un tale accrescimento di celerità possa produrre; quello che ben ci pare secondo la ragione in questo proposito di poter dire, si è, che ogni qualvolta i fori de' vasi vengono armati di tubi, allora l'acqua non può non seguire la direzione della cavità de' medesimi, senza che venga gran fatto ribattuta e riflessa verso l'asse del moto, caminando incassata, ed essendo più gagliardo il moto che si fa, secondo la lunghezza de' tubi, dell'obliquo che può nascere dalla ripercussione fatta da' pareti, onde le *vene* de' tubi sono sempre in parità di circostanze più dilatate delle *vene*, che si formano da' semplici e nudi lumi de' medesimi vasi; mentre discendendo l'acqua per l'altezza di questi vasi, non sì tosto esce da quelle angustie, che il di lei moto retto, resta non poco debilitato; perlochè l'obliquo, proveniente dall'affollamento dell'acqua in uscire, prevalendo sopra dell' altro, si dirige verso l'asse del moto, e riduce

CAP. III. duce però più ristrette le *vene* ne' loro diametri. Una tale convergenza ne' semplici lumi, nasce dalla forza maggiore che ha l'acqua all'uscire spinta dalla pressione della soprastante nel vaso, dove uscendo da i tubi, non viene il moto obliquo gran fatto accresciuto; imperocchè la lunghezza del tubo, gli leva buona parte dell'energia, con cui ess'acqua dentro la cavità del detto tubo s'introduce. Se dunque da i moti obliqui, e per conseguenza ritardanti il libero corso dell'acqua, ne nasce la maggior contrazione delle *vene* dell'acqua; e se questa, posta in azione, risente in ogni sua parte le diverse affezioni del moto, non è difficile il dedurre la spiegazione del fenomeno, cioè che in parità di circostanze, scarichi più acqua un foro armato di tubo, di uno che ne fosse privo.

V.

Per calcolar adunque le vere quantità dell'acqua che somministrano i vasi o per nudi fori, oppure col mezzo de' tubi, convien distinguere due sorti di sezioni, cioè *fisica* e *razionale*. La sezione *fisica* è quella che si viene a formare dal reale emissario, e che ha per sua ampiezza il diametro o del semplice foro, oppure del tubo. *Razionale* poi è quella che fa la *vena* dell'acqua nel sito del suo maggior restringimento, il quale, come dicemmo, nasce dalla cospirazione di tutti i moti obliqui dell'acqua posta in movimento per uscire. Per non andar errati nel calcolo della quantità dell'acqua ch'esce nel modo predetto, dobbiamo servirsi delle sezioni *razionali*, non delle reali e *fisiche*, che sono sempre maggiori delle prime, e danno sempre un prodotto maggiore del vero: ch'è quel tanto che fu indicato anco dal Newton, come si è esposto al num. II. di questo Capitolo. Sia il diametro del lume *razionale* di un vaso *b*; l'altezza dell'acqua mantenuta costante *a*; il tempo in cui se ne vuota una data quantità *t*; ed il diametro del lume pur *razionale* di un altro vaso B; l'altezza della sua acqua, conservata come sopra A; ed il tempo dello scaricarsi di una quantità di acqua eguale alla prima T: se però sarà supposto incognito il diametro della vena del secondo vaso B, ed il resto tutto cognito, si avrà la formula $B = \frac{b\sqrt{t}\sqrt{\sqrt{a}}}{\sqrt{T}\sqrt{\sqrt{A}}}$, che si ricava dal num. XVIII. del Capitolo precedente.

Sco-

VI.

Scolio I. A motivo di rilevare, ſe alla teoria qui ſopra poſta corriſpondano le oſſervazioni, ſi ſono volute prendere quelle che ſtanno regiſtrate nel Libro *de Caſtellis per quæ derivantur fluminum aquæ* del chiariſſimo Signor Marcheſe Poleni: le quali comecchè fatte con la più preciſa diligenza, così le prenderemo come fondamento de' noſtri calcoli. Si piglieranno dunque alcune delle dette oſſervazioni come *radicali*, cioè a dire per norma dell' altre, e come ſicure e certe: e colla baſe di queſte, ſervendoſi della formola del numero precedente, ſi anderanno rilevando le altre. Si ſupporrà per incognito il diametro di una vena di acqua, e per cognito quello di un' altra; e ſarà quello dell' oſſervazione che diremo *radicale*, ed aſſieme ſupporremo conoſciuta l'altezza dell' acqua, ed il tempo in cui ſuccede lo ſcarico di una data quantità della ſteſſa, come in fatti porta quella tal oſſervazione. Prendendo dunque per oſſervazione *radicale* la regiſtrata a' §§. 29 e 30 di detto Libro, nella quale il diametro della vena dell' acqua è di linee $25\frac{1}{4}$; il diametro maggiore del fruſto conico per cui uſciva l'acqua di linee 42, il minore di linee 26, (eſſendo il detto maggiore attaccato al vaſo) e la lunghezza linee 92, ſcaricò queſti in minuti 2. 58″ una data quantità di acqua, eſſendo quella del vaſo coſtantemente conſervata all' altezza di linee 256; fatto però il calcolo, ſi ritrova, che il diametro della vena dell' acqua per il §. 31 dell' antedetto Libro, dovrebbe eſſere ſecondo i dati, e la formula linee $25\frac{55448}{170333}$, ch' eccede di tutta queſta frazione il diametro oſſervato, cioè della terza ſola parte di una linea o poco più. Così nel §. 32. avrebbe ad eſſere il diametro della vena $25\frac{18952}{170333}$, dove ſi pone ſolamente 24. Parimenti nel §. 33 dovrebbe ſtare per la formola $25\frac{82527}{88644}$, ma nell'oſſervazione non è più di linee $23\frac{1}{2}$: ma egli è chiaro da vedere, quanto difficile ſia il prendere queſte miſure con l'ultima eſattezza, quale veramente la dinota il calcolo; e ciò non tanto per un certo tremore, che in uſcendo concepiſce la vena, ma ancora perche non è così facile il rilevare, ove veramente ſia il piano della minima ſezione della vena predetta; oltredicchè, ſi può dare il caſo, che l'oſſer-

CAP. III. l'osservazione da noi presa per *radicale*, non siasi praticata con l'ultimo dell'esattezza necessaria, ma che più precisa sia alcuna delle altre; lo che tutto può servire ad indurre le differenze sopradette.

VII.

Scolio II. Molto più però si accostano al vero i seguenti sperimenti, col supporre cioè per osservazione *radicale* quella, che sta registrata al §. 34, in cui si pone il diametro della vena linee $24\frac{1}{2}$, col fondamento della quale si ritrova, che il diametro della vena del §. 35. dev'essere $20\frac{36024}{211893}$, ponendosi dall' Autore $20\frac{1}{2}$, ch'è una sprezzabile differenza. Il diametro della vena del §. 38. deve star secondo la formola $20\frac{4779}{211893}$, e l'osservazione porta 20. Nel §. 39 dev'essere $19\frac{50489}{55691}$, ed è posto 20, pure con insensibile differenza. Si prende poi ne' tre seguenti sperimenti per osservazione *radicale* quella del §. 40, in cui l'altezza dell' acqua è di linee 128, il foro di un tubo cilindrico linee 26, la sua lunghezza linee 91, il tempo in cui scaricò una data quantità di acqua fu di 4. minuti, e 25 seconde, ed il diametro della vena linee 25; con tali dati si trova, che per il §. 41 avrebbe ad essere secondo la formula $24\frac{35047}{44322}$ assai prossimo al numero raccolto. Così ne' §§. 42, 43 dovrebb' essere il diametro della vena $20\frac{30190}{70631}$, dov'è notato $20\frac{1}{2}$ con un insensibile divario.

VIII.

Scolio III. Presa poi per *radicale* osservazione quella registrata alli §§. 45 e 46. in cui non vi era tubo, con altezza di acqua di linee 178, con 9 linee di diametro nel lume, con acqua uscita nel tempo di un minuto e mezzo di once cubiche 2560, ebbesi la vena di linee $7\frac{1}{2}$; calcolando dunque col fondamento di questa, trovasi per lo §. 47, che il diametro della vena avrebbe ad essere secondo la formola $7\frac{228431}{579920}$, dove è posta $7\frac{1}{2}$ secondo l'orizontale, e $7\frac{1}{4}$ secondo la perpendicolare all'orizonte. Nel §. 48, preso il diametro della vena $8\frac{1}{4}$ per osservazione *radicale* si ricava, che il diametro della vena pel §. 49 dovesse essere $7\frac{291253}{579920}$

ed

ed è posto $7\frac{1}{2}$, pure con una insensibile differenza. Il diametro della vena del §. 50 dovrebbe stare $8\frac{195883}{511525}$, e si fa eguale al foro reale, vale a dire, a linee 9. Nel §. 53, $8\frac{195883}{511525}$; nel §. 54 $8\frac{257055}{511525}$; nel §. 55 $8\frac{485843}{511525}$, cioè tutti essi diametri qualche poco minori delle linee 9, come porterebbero le osservazioni del precitato Libro. Nel §. 57, l'area della sezione si trova essere $39\frac{87739}{109954}$ ma l'osservazione porta 42: così al §. 60 l'area si trova $46\frac{40275}{93401}$, e secondo l'osservazione il lato quadrato di questa sezione è $7\frac{1}{3}$. Una tale troppo sensibile differenza fra il calcolo, e l'osservazione può dipendere, perche in questo §. non vengono dall' Autore determinati i lati della sezione *razionale*: nel rimanente, come si è veduto, si accordano le osservazioni, per quanto è lecito pretendersi nelle cose fisiche, dalli calcoli geometrici. CAP. III.

IX.

Dalle quali osservazioni, e diduzioni sembra potersi conchiudere, che i tempi, ne' quali escono le dette quantità di acqua da i frusti conici siano in subvigecupla proporzione de' diametri medii degli stessi frusti, o al più in subventunecupla de' medesimi diametri: noi però si appiglieremo alla prima ragione di queste due; attesocchè dalla comparazione de' §. §. 30 e 31, essendo quei diametri medii 29 e 34, sarebbe $\sqrt[20]{29} . \sqrt[20]{34} :: 177. 178.$ onde sommando i logaritmi estremi e medii di questi quatro termini, sarebbero l. 2. 3245072, e l. 2. 3235399 che hanno con poco divario lo stesso numero 211. Più anco si accosta alla detta proporzione paragonandosi i due §. §. 31 e 33 per l'egualità che devono raffermare di $177 \sqrt[72]{} = 185 \sqrt[29]{}$. dando i due logaritmi 2. 3408399 e 2. 3402916, il di cui numero è prossimamente 219: così paragonando i §. §. 31 e 32, dovendo stare l'analogia $\sqrt[29]{} . \sqrt[43]{} :: 177. 180$, risultano i logaritmi 2. 3283924 e 2. 3296467, il numero de' quali è prossimamente 213.

X.

Scolio I. A norma di che, si può calcolare quant' acqua di più darebbe un regolatore, che fosse posto alla bocca v. g. di un diversivo di un fiume, se questo avesse i lati dell'incile convergenti, rispetto ad uno che li avesse paralleli. Figuriamoci che quel

CAP. III. Regolatore aveſſe in bocca piedi 31, e nell' uſcita piedi 24, e foſſe paragonato ad uno della medeſima lunghezza, ma con le ſponde parallele e diſtanti da per tutto piedi 24; ſarebbe per il numero antecedente come $\sqrt[27]{24}$ a $\sqrt[27]{\frac{11}{2}}$, così il tempo per l'emiſſario parallelo che ſi chiamerà T al tempo per l'emiſſario convergente, che diremo t; e ſe T ſarà eguale in grazia di eſempio a 3600, ſarà prendendo i logarithmi *l.* 0. 0690105. *l.* 0. 0723579 :: *l.* 3. 5563025 al quarto onde $t = l.\ 3.\ 5596599$, il di cui numero proſſimo è 3628, cioè 28 ſecondi di più d'un'ora, ricercherebbeſi per lo ſcarico della medeſima quantità di acqua nell'emiſſario convergente, di quella ſi ricercaſſe nel parallelo; di modo che eſſendo i tempi come le quantità dell'acqua ſcaricata, ſe per eſempio uſciſſero in un'ora 2000 botti di acqua pel parallelo, nel medeſimo tempo pel convergente ne uſcirebbero a queſto conto botti 2015 $\frac{1}{7}$, cioè botti 15 $\frac{1}{7}$ di più; e ſervendoſi dell'altra ragione ſubventunecupla ne uſcirebbero ſole botti 13 $\frac{7}{17}$ di vantaggio, ſempre con una ſprezzabile differenza.

Scolio II. Sia adeſſo da cercarſi qual larghezza aver doveſſe l'emiſſario parallelo, perche tant'acqua vuotaſſe in un dato tempo, quanta il convergente nelle miſure predette; è manifeſto che dovendo eſſere $T = t$, ſarà in tal caſo (fatto il calcolo) la larghezza ricercata dell'emiſſario parallelo $\frac{11}{2} = 27\frac{1}{2}$, cioè appunto un medio aritmetico fu 31 e 24. Ma a queſto paſſo è facile da rilevare la contradizione che ne proviene in rapporto all' analogia dello Scolio precedente, mentre ivi il diametro medio di piedi 24 dell' emiſſario parallelo dà la ſteſſa quantità che quello di piedi 27 $\frac{1}{2}$ convergente in diverſo tempo: dove, ſecondo queſte ultime ſuppoſizioni, la darebbe nello ſteſſo tempo con manifeſta implicanza: lo che abbaſtanza prova o che la differenza è inſenſibile, ovvero, avendo noi puntualmente ſeguito quanto proviene dagli ſperimenti del Signor Marcheſe Poleni, eſſer fuori di dubbio, che per ſalvare i fenomeni vi abbiſogni qualche coſa di più di ciò, che per le formole generali danno le aperture degli emiſſarj, le convergenze, o paralleliſmi de' loro lati, o le velocità delle acque uſcenti; lo che ſia detto a maggior lume di queſta cotanto intricata e difficile materia. Parimenti quando ſi faceſſe l'emiſſario parallelo eguale da per tutto a piedi 31, non ſi avrà gran fatto una maggior quantità di acqua, mentre in tal caſo il logaritmo del tempo per l'emiſſario convergente ſarebbe 3. 5540924, a cui riſponde il numero 3585, vale a dire, che *19* ſeconde prima darebbe il

paral-

parallelo la ſteſſa quantità dell'acqua del convergente, e che que- CAP.
ſto in vece delle 2000 botti in un'ora, ne ſomminiſtrerebbe botti III.
1989 $\frac{4}{7}$, cioè ſole botti 10 $\frac{3}{7}$ di meno: Per altro e nell'uno e nell'altro caſo ſono queſte differenze, come ſi è rimarcato, ſprezzabili, quando ſi trattaſſe di una reale diverſione per quello ſpetta alle alterazioni, che naſcer poteſſero dalla maggiore o minore convergenza di detti Regolatori. Bensì ne naſce, che la ſezione *razionale* di un tal regolatore, abbia ad eſſer non poco differente dalla *fiſica* dell'emiſsario, altrimenti molto differenti ſarebbero i prodotti per la quantità dell'acqua uſcita, come può aſſicurarſene chi voleſse aver il tedio di farne il calcolo. Sarebbe ſtato veramente il luogo più adattato da produrre queſte conſiderazioni intorno a' diverſivi, quello in cui ſi avrà a trattare delle acque correnti de' fiumi; ma ci ſono parute tanto dipendenti da quanto in queſti numeri ſi è eſpoſto, che ſi è ſtimato proprio più toſto che altrove di quì regiſtrarle.

X I.

Inſiſtendo nelle ſperienze del ſuriferito Libro, ſegue il §. 34. in cui applicandoſi al ſolito vaſo un tubo cilindrico, reſta conſervata l'acqua alla conſueta altezza di linee 256; il diametro del tubo fu di linee 26, e la ſua lunghezza di linee 91; diede queſto in tre minuti e ſette ſeconde la ſolita quantità d'acqua. Parimenti nel §. 35 ſi regiſtra l'oſservazione dell'eſſerſi applicata al medeſimo vaſo una lamina di groſsezza di un dodiceſimo di linea, di pari diametro col tubo, e che laſciò uſcire la ſolita data quantità di acqua in 4 minuti e 36 ſeconde. Fatti dunque i confronti di queſti numeri e quantità, ſi trova che conſiderando la lamina anch'eſſa come un cortiſſimo tubo, il tempo dello ſcaricarſi dell'acqua ſta in ragione ſubdecottupla della lunghezza reſpettiva de' tubi; coſicchè corre l'analogia $\sqrt[5]{\frac{1}{10}}$. $\sqrt[5]{91}$ :: 187. 276; riſpondendo li due logaritmi che ne riſultano, ſummando gli eſtremi ed i medii termini, aſsai da vicino a dare il medeſimo numero 2. 4409091, e 2. 4406313. Tanto pur ricavaſi anco dalle oſservazioni regiſtrate ne' §. §. 41. 42. e 43; dove nel §. 41. ſi prende il tubo cilindrico della medeſima lunghezza e diametro come ſopra, ma l'altezza dell'acqua ſi è fatta di linee 542; il tempo dello ſcarico fu di minuti 2 e ſeconde 11; e ne' §. §. 42 e 43 preſa la lamina come ſopra, fu fatta pure la ſteſſa altezza dell'acqua di linee 542, ed il tempo dello ſcarico della medeſima quantità di acqua fu di minuti

CAP. III. tre, seconde 13 ; onde l'analogia 131. 193 :: $\sqrt[18]{\frac{1}{11}}$. $\sqrt[18]{91}$, ed i logaritmi che risultano dall'egualità sono 2. 2860614 e 2. 2855573 che danno quanto basta lo stesso numero ; che però tanto da questo, che dal IX. di questo Capitolo, sembra potersi raccogliere il canone, *Che le quantità* assolute uscenti da qualunque tubo o convergente, o di lati paralleli, e di qualunque lunghezza, siano in ragione composta della subvigecupla de' diametri medii, e della subdecottupla delle loro respettive lunghezze. Contuttociò questo canone non risponde (per quello riguarda alle proporzioni riferite alle lunghezze de' tubi) alle osservazioni de' §§. 50, 52, 53 e 54, salvandosi piuttosto quelle rispondenti a' diametri medii negli emissarj convergenti; dal che sempre più si può conoscere, che molto resti da investigare per accostarsi alla vera quantità, ch' esce da' vasi armati di tubi, ed in specie da questi di figura cilindrica.

XII.

Tutto ciò che fin quì si è detto non riguarda che il semplice paragone degli orifizj *razionali*, o siano diametri apparenti delle *vene*, nella supposizione, che una delle due osservazioni sia giusta ed esatta; ora è da cercarsi il vero diametro *razionale*, senza che si abbia la necessità di averne osservato prima un altro corrispondente, come di sopra si è fatto; onde *posto il fisico orificio, sia da ritrovarsi il razionale*, almeno ne' lumi armati con tubi o conici, o cilindrici; attesocchè ne' nudi orificj conviene servirsi di qualche altra osservazione, come si vedrà nel progresso. Perche dunque l' acqua discendendo a cagion di esempio liberamente da O in N, nell' accostarsi che fa al punto *n*, si va accelerando ; cosicchè in minor tempo una particella dell' acqua percorrerà lo spazio K*n*, che un eguale spazio PK ; quindi per una tale ragione le vene dell' acqua, dovranno per necessità sempre più assottigliarsi in discendendo, e nel progresso facendosi maggiore la velocità per la scesa del momento, con cui le parti dell' acqua a cagione o della loro viscosità, o delle loro vicendevoli attrazioni, stanno unite, si devono allontanare le une dalle altre, e la vena rimanere come discontinuata. Un tale staccamento comincia appunto sotto del minimo diametro della vena cioè in CD, oppure in LM, concependo che il vaso KABO, per li due eguali emissarj KI, HGFA, versi l'acqua IKLM e DCHG. Ad altra circostanza deesi pur attendere, ed è, che, come si è notato, dovendo esser sempre maggiore il diametro della vena GHCD, ch' esce dal foro armato di

TAV. I *Fig.* 21

tubo

tubo conico o cilindrico del diametro della vena IKML, fatto da quello ſenza tubo, abbenchè non minore, ma eguale di portata al primo GH, ne deriva, che tutte le ſezioni analoghe della vena GHCD ſiano reſpettivamente maggiori di tutte le ſezioni analoghe della vena IKLM; onde il diametro *razionale* di IK, ſarà minore del diametro razionale di GH. Egli è ben vero, che per gli orificj armati di tubi conici o cilindrici, perche poco o nulla reſtringeſi all'uſcire l'acqua, ſi potrà ſenza ſenſibile errore prendere i diametri *fiſici* in GH per i *razionali*, non però in qualche diſtanza da GH come v. g. in CD, reſtringendoſi a norma dell'allontanarſi da GH ſenſibilmente la vena. CAP. III.

XIII.

Suppoſte le quali coſe, ſe per eſempio, conoſcer vogliamo il minimo diametro CD della vena GHCD, oſſerviſi il luogo preciſo, dov'eſſa comincia a gettare de'ſpruzzi, e a diſcontinuarſi, e ſia in C; ſi conduca CD normale alla direzione della vena nel punto C, o ſia alla ſua tangente, e queſta normale per il numero antecedente rappreſenterà il minimo diametro ricercato, e dal punto predetto C al lato BA prodotto ſi conduchi la perpendicolare CE; dicaſi il lume *reale* o *fiſico* (che in queſto luogo equivale, ed è lo ſteſſo, a cagione di eſſere il detto lume armato di tubo, che il *razionale*) bb; e perche eguali quantità di acqua devono paſſare per GH, e per CD nello ſteſſo tempo, conſervata che ſia ad un'altezza coſtante l'acqua dentro del vaſo in OB; ſarà l'equazione $bb\sqrt{BA} = uyy$ (dicendo yy l'area del ricercato lume, ed u la velocità corriſpondente al punto C; la qual velocità ſarà come la radice quadrata di BE a cagion dell'accelerazione, che in diſcendendo va acquiſtando l'acqua, ſecondo le leggi de'gravi cadenti) onde ſarà ancora $yy = \frac{bb\sqrt{BA}}{\sqrt{BE}}$, ovvero $y = \frac{b\sqrt{\sqrt{BA}}}{\sqrt{\sqrt{BE}}}$, ed in tal modo dalla ſola oſſervazione del ſito del punto C, ſi ricaverà per i detti tubi il minimo ricercato diametro.

XIV.

Ma ſe il lume ſarà ſenza tubo, converrà prima di ogni altra coſa ritrovare il diametro *razionale* corriſpondente al reale IK, il quale, come ſi è detto, è maggiore ſenſibilmente del *razionale*,

CAP. III. *le*, nè ſi può ſenza errore, come ne' tubi conici o cilindrici, prendere uno per l'altro. Si oſſervi dunque il più eſattamente che ſia poſſibile l'apertura del diametro LM, e l'altezza corriſpondente NK; e dicendo il lume LM, *cc*, ſarà l'equazione $cc\sqrt{ON} = ss\sqrt{OK}$ (facendo *ss* eguale all'area ricercata della ſezione *razionale* IK) onde $ss = \frac{cc\sqrt{ON}}{\sqrt{OK}}$, ſtabilita la dimenſione della qual area, ſarà poi facile di rintracciare qualunque diametro minimo LM; e conoſciuto il minimo diametro *razionale*, chi voleſſe da ciò dedurre l'altezza corriſpondente AE, oppure KN, baſterà prendere per incognita la BE o la ON, e tutte le altre quantità ſupporle conoſciute e date, ſervendoſi della formola $BE = \frac{b^4 \times BA}{y^4}$, ovvero $ON = \frac{r^4 \times OK.}{c^4}$

CAPITOLO QUARTO.

De' moti ritardati dell' acqua ch' eſce da' lumi de' Vaſi; ſue leggi e fenomeni.

I.

PER moto ritardato non ſi vuole intender già quel ritardamento, che nell' uſcire dell'acqua da' fori de' vaſi deriva dal ſoffregamento delle parti componenti l'acqua con le pareti interne de' recipienti, e degli ſteſſi lumi, ma bensì l'impedimento che ſi genera, allorchè l'acqua in uſcendo incontra dell' altr'acqua ſtagnante, che ſia però con la ſua ſuperficie di livello più baſſo di quello che ſta nel vaſo, mentre ſe quella ch'è in quiete foſſe nello ſteſſo orizonte con quella che dee uſcire, reſterebbero bilanciate, e ſenza moto, come è facile da vedere. Il primo, per quanto io ſappia, che di cotali moti ritardati ne formaſſe idea, e contezza ce ne deſſe, fu il Sign. Cav. Newton ne' *Principj della natural Filoſofia:* vedendoſi che nel caſo ſeſto della Propoſizione 36. Lib. 2. Ediz. II. accenna le leggi che coteſto moto può avere, dicendo: *Che ſe un vaſo ripieno di acqua avrà un lume che ſia immerſo ſotto la ſuperficie di un acqua ſtagnante, la di cui altezza ſia minore dell' altezza dell' acqua del vaſo, ſcaricherà l' acqua con una velocità che ſarà come la dimezzata del reſiduo ch' è fra tutta l' altezza dell' acqua del vaſo e l' altezza dell' acqua ſtagnante*, cioè a dire, in ragione dimezzata dell' altezza dell' acqua del vaſo, che rimane ſopra dell' acqua ſtagnante.

II.

Sia a cagion di eſempio il vaſo ADGH ripieno di acqua fino in HA, ed abbia un lume CD; pongaſi queſto vaſo nell' acqua ſtagnante BDFE, la di cui altezza ſia BD, ſarà la velocità, con cui eſce l'acqua, purchè ſempre ſia tenuto pieno ſino in HA, come la radice quadrata di AD—DB cioè come $\sqrt{AB}$, e ciò proviene perche tutta l'acqua GDB viene ſoſtenuta da altrettanta acqua BDFE per l'equilibrio de' liquidi; onde la ſola acqua ſopra del livello BE, cioè quella, la di cui altezza è $BA = \frac{AD}{}$

TAV. I *Fig.* 22

CAP. IV. AD—BD deve uſcire per il lume CD. Se dunque la quantità ch'eſce per il lume CD così immerſo, in un aſſegnato tempo, dicaſi q, ſarà l'equazione (ſuppoſta la larghezza del lume la QR) $q = QR \times \overline{AD-AC} \times \sqrt{AB} = QR \times CD \times \sqrt{AB}$, che ſarà la formola generale per conoſcere le dette quantità, e dicendo qualunque altra quantità r, e le altre reſpettive linee di altro vaſo ſimilmente immerſo qr, ad, ac, ad, ſarà l'analogia $q.\ r :: QR \times CD \times \sqrt{AB}.\ qr \times cd \times \sqrt{ab}$; quindi ſe una di queſte due quantità, e le miſure del vaſo, ſaranno conoſcinte e nel peſo, e nelle loro lunghezze, avremo, mediante la ſola ſoſtituzione, conoſciuta qualunque altra quantità e miſure dell'altro vaſo; coſicchè ſarà la formola $r = \frac{q \times qr \times cd \times \sqrt{ab}}{QR \times CD \times \sqrt{AB}}$.

III.

Altra ſorte di moto ritardato naſce allora, che un fluido in quiete, viene poſto in movimento da un altro fluido, che ſopra vi cade. Sia il vaſo φLEK, il quale s'intenda chiuſo da tutti i lati, a riſerva del foro QP, e l'acqua in eſſo ſia mantenuta all'altezza coſtante SB; l'altezza del foro ſia ſopra l'acqua ſtagnante XTμ per tutta la Pμ = NR (condotta cioè VM parallela a SL) è chiaro che queſta verrà poſta in movimento dalla forza dell'impeto, con cui eſſa cadendo mette in azione la ſuperficie fluida ma quieta Xμ. Un tal moto ſeguirà con due contrarie direzioni, coſicchè ſi moverà l'acqua in parte ſecondo la TX, ed in parte ſecondo Tμ, e quell'acqua, ch'è ſottopoſta all'aſſe della *vena* cioè la qV, non ſi moverà nè verſo una, nè verſo l'altra parte. Queſta impreſſione deve avere i ſuoi limiti, e comunicarſi o fino al fondo in V, ſe la diſtanza non è grande, ovver anche non paſſar il punto Z, ſe RV foſſe d'una inſigne profondità; in tutti i modi ragion vuole che ſi comunichi alle parti dell'acqua con forza ineguale, e che perda della propria energia a miſura che ſi diſcoſta dalla ſuperficie Xμ, e che reſti l'acqua maggiormente moſſa vicino ad XR di quello ſia in YZ, o in V. Un tale ſcemamento di moto naſce, perche eſſendo l'acqua XμLV per la ſuppoſizione in una perfetta quiete, ed il moto dovendo cominciare la propria azione nella ſuperficie XR per ſtenderſi poi ſucceſſivamente verſo del fondo, avendo a movere tutti, dirò così, gli ſtrati dell'acqua, e moverli ſucceſſivamente, gli ſi moltiplicano le reſiſtenze, onde deve perde-

TAV. II. *Fig.* 1.

re

re anche ſucceſſivamente non pochi gradi della primiera velocità, prima di arrivare a muovere le parti più lontane dalla ſuperficie, e più vicine al fondo. CAP. IV.

IV.

Prodotta l'orizontale BS in M, producaſi altresì RV in M, e fatto aſſe Mq e vertice il punto M ſi deſcriva la mezza parabola MXq, egli è manifeſto che Xq eſprimerà la velocità della vena dell'acqua in TR; perdendoſi poi l'impeto a miſura dello ſcoſtarſi che fa dalla ſuperficie Xq ſino all'eſtinguerſi affatto il moto, che può ſupporſi al fondo V, vi ſarà una curva, che tali velocità reſidue potrà connotare, come VYX, e però l'area di queſta rappreſenterà il moto ritardato nell'acqua ſtagnante, che riſulterà bensì originalmente dalla direzione verticale della penetrazione, ma effettivamente dalla tendenza orizontale, con cui eſs'acqua viene poſta ſecondo tal direzione in movimento: che però ſe s'intenderà, che l'acqua della vena ad altro non contribuiſca, che ad eccitare il moto predetto all'acqua ſtagnante, ſenza farla punto creſcere di altezza, come accade allorchè o l'acqua ſtagnante può tramandare a capello la ſopraveniente, o pure che la dett'acqua ſtagnante ſia di ſuperficie così dilatata, che qualunque quantità di acqua, che vi poſſi ſomminiſtrare il vaſo, ſia da riputarſi un infinitamente piccolo, in riguardo della quantità di dett'acqua ſtagnante; ſarà dunque in tali circoſtanze il moto ritardato di queſt'acqua, rappreſentato dall'area di detta curva XRV, la natura della quale dipenderà dalla cognizione della legge delle reſiſtenze.

V.

Poſte le ſteſſe coſe, ſia il vaſo ϕLDEKA, che in vece di avere il foro PQ, foſſe dalla cima al fondo aperto, come moſtra la ſezione ADEK, coſicchè l'acqua ſtagnante poteſſe entrarvi liberamente, ſino al lato oppoſto PL, ed in oltre, che per la bocca ϕK gli venghi ſomminiſtrata una data quantità di acqua, la quale però in cadendo niente alteri quella che trovaſi attualmente nel vaſo, e che a cagione delle anguſtie della ſezione ADEK, che proibiſce la libera uſcita, debba alzarſi internamente di livello. Sia da ritrovarſi (dopo che ſarà l'interna acqua ridotta allo ſtato di permanenza, a cui arriverà in pochi momenti) l'altezza BC ſopra la ſtagnante CD. Anche dalla ſola iſpezione del- TAV. II. *Fig.* 1.

CAP. IV. la figura appariſce che due moti devonſi ſeparatamente conſiderare, il primo *vivo* dell'acqua che ſtrammazza dalla ſommità B nella ſtagnante CG, ed il ſecondo quello che dovrà concepire l'acqua ſtagnante, a cagione della preſſione e forza fatta dall'acqua viva CBG. Per quello riguarda il primo di queſti moti, eſſendo di già per la ſuppoſizione, arrivata l'acqua allo ſtato permanente, in tutti i punti della perpendicolare *cb*, ſi moverà con la ſteſſa legge, come ne' moti liberi di preſſione, vale a dire, che deſcrivendo intorno all'aſſe *bc* una mezza parabola, eſprimerà queſta con la di lei area, l'aggregato delle velocità competenti a tutti i punti di *bc*. Il moto poi che riceverà l'acqua ſtagnante CGD lo potremmo ſupporre come le due terze del rettangolo fatto dalla velocità maſſima CG, e dalla profondità CD, cioè che queſta curva DHG che lo eſprimerà, ſarà deſſa pure parabolica, giacchè con tale ipoteſi baſtevolmente ſi poſſono ſpiegare i fenomeni, e le oſſervazioni.

V I.

Se pertanto diremo q la quantità dell'acqua ſomminiſtrata eſternamente dal vaſo φLEK, ſarà l'equazione $q = \frac{2}{3}$ BC × CG × DE + $\frac{2}{3}$ CG × DC × DE eguale alla quantità dell'acqua, che nello ſteſſo tempo, in cui ſi ſcarica la quantità q eſce per la ſezione BDE col moto vivo BC, e con quello che diremmo di *partecipazione* CD. E ſe ſi concepirà, che un vaſo eſterno ſomminiſtri per la bocca φK al vaſo φLEK per uno o più fori l'acqua q, coſicchè il numero di queſti fori ſia n; la ſezione razionale di uno di queſti ſia bb, ed a l'altezza, alla quale viene coſtantemente mantenuta l'acqua in queſto vaſo eſterno, e dicendo BC=x, DE=y, DC=c, ſarà l'equazione analitica $nbb\sqrt{a} = \frac{2}{3}xy\sqrt{x} + \frac{2}{3}cy\sqrt{x}$, ovvero $3nbb\sqrt{a} = 2xy\sqrt{x} + 2cy\sqrt{x}$, in cui ſupponendo per incognita la ſola BC=x, e liberando l'equazione dall'aſimetria, ſi ridurrà a $x^3 + 21xx + ccx - \frac{9nnb^4a}{4yy} = 0$, ed il valore di x ſarà

$$\frac{m^3}{2} + \sqrt{\frac{m^6}{4} - \frac{c^6}{729}} + \sqrt[3]{\frac{m^3}{2} - \sqrt{\frac{m^6}{4} - \frac{c^6}{729}}} - \frac{2}{3}c$$

nella quale $\frac{m^3}{2} = \frac{8c^3yy + 243nnb^4a}{216yy}$. Queſto valore ſerve per ritrovare, data la quantità dell'acqua eſternamente ſomminiſtrata da' fori nbb, l'altezza, a cui giongerà ſopra la ſtagnante, la viva BC. Che

ſe

se l'acqua, che dal vaso esterno entra nel vaso φLDEKA, ca- CAP. IV.
desse sopra l'acqua in esso contenuta, e ridotta già allo stato permanente, tal pressione accrescerebbe il moto della stagnante, cosicchè uscirebbe dalla sezione composta DEB tanta maggior copia di acqua, quanto importerà l'azione di essa nuova pressione equivalente, cioè alle due terze del rettangolo, che avesse per lati, la massima velocità di quest'acqua cadente, e la profondità BD.

VII.

Scolio. Molti sperimenti intorno questi moti ritardati ha fatti il Signor Marchese Poleni, e riseriti nel Libro intitolato: *De motu aquæ mixto*, da' quali si possono rilevare in fatti le altezze vive BC acquistate dall'acqua nell'uscire che fa dalle sezioni BDE. Dice il celebre Autore *di aver ricercate varie regole*, per addattarle alla spiegazione de' fenomeni, *e di aver con molti e molti calcoli procurato di salvare le osservazioni: varias regulas quæsivi, nec sine plurimis calculis tentavi (non enim alio modo, quam tentando, res hæc perfici posse videbatur) aptare ipsas singulis experimentis &c.* §. 67, e soggiugne di aver finalmente scelta una regola, *la più conveniente di tutte per ottenere il fine, che avevasi proposto*; e di ciò aver eseguito coll'introdur nelle curve paraboliche esprimenti le velocità, certi parametri variabili, le formole de i quali si dichiara di averle fissate col tentare l'operazione, cioè a *posteriori* e dagli effetti risultati dagli sperimenti.

VIII.

Il Teorema su cui sono piantate le proposizioni, è fondato nella supposizione che l'acqua stagnante, dopo esser stata posta in movimento da quella che sopra vi cade, si muova in ciascheduna sua parte con la velocità massima, con cui si muove la viva: così sta espresso al §. 87. con questi sensi: *La quantità dell'acqua, ch'esce per la perpendicolare del moto misto è il prodotto, che si fa dal tempo, moltiplicato per la radice dell'altezza viva nel parametro del moto misto, moltiplicato per le due terze parti della viva altezza, aggiontavi l'altezza morta*, vale a dire con i simboli Algebraici da noi sopr'adoperati, sarà $q = t\sqrt{P} \times \times \frac{2}{3}\overline{x+c} = t \times \frac{\overline{2x+2c}}{3}\sqrt{Px}$. (chiamando P il parametro del moto misto) la qual formola è differente da quella, che si è posta al num. VI.

CAP. IV. di queſto, e la differenza naſce per prenderſi la velocità maſſima competente alla viva altezza, come coſtante per il moto, che concepir deve l'acqua ſtagnante, dove nel numero predetto viene eſpoſta per $\frac{3}{7}$ del rettangolo fatto dalla maſſima velocità, e dalla profondità, ove termina la propagazione del moto. E' pur differente da quella, imperocchè il parametro P ſi pone nel numero VI coſtante, dove nel Libro del *moto miſto* ſi varia ſecondo che variano le altezze che vengono chiamate *vive* e *morte*: La formola per eſſo ſi è dedotta, per quanto viene aſſerito, col tentar l'operazione; quella del numero VI. da i principj più ſemplici dell'idrometria.

IX.

Scolio I. Se la quantità $s \times \frac{2x+2c}{3} \sqrt{Px}$ ſi porrà eguale alla quantità dell'acqua ſomminiſtrata dal vaſo intermedio, come far ſi deve ogni qualvolta l'acqua uſcente per la ſezione del *moto* chiamato *miſto* è ridotta allo ſtato di permanenza, la formola non ſi troverà a ſufficienza corriſpondere alla detta uſcita. In oltre dandoſi P per x e coſtanti, ſe noi vogliamo (date le altre quantità) ritrovare l'altezza viva della ſezione, non lo potremo fare, ſecondo a quanto viene preſcritto dal Libro predetto, ſe non arrivando ad una equazione biquadratica molto involuta per ritrarne il valore di x, dove con le formole di ſopra regiſtrate non aſcende l'equazione, che al terzo grado. I calcoli regiſtrati a' §.§. 82. 83. e 84 per verificare alcune oſſervazioni, danno il ſolo rapporto fra la quantità dell'acqua ch'eſce in uno ſperimento, riſpetto a quella ch' eſce in un altro, lo che non ſembra ſufficiente per far conoſcere realmente ciò che ſi cerca.

X.

Scolio II. Ad oggetto però di rilevare il conſenſo delle formole poſte di ſopra con li fenomeni oſſervati dal Signor Marcheſe Poleni, ſi ſottopone al calcolo lo ſperimento regiſtrato al §. 43, ſervendoſi della formola del numero VI. Supponiamo dunque come incognita l'altezza viva, ritrovataſi con l'oſſervazione, di $\frac{11}{4}$ di linee del piede Regio di Parigi, e come incognite tutte le altre quantità, cioè l'altezza di linee 55 dell'acqua ſtagnante $=c$, la larghezza della ſezione $y=\frac{11}{4}$, il numero di tubi, che ſcaricano l'acqua cioè $n=3$, l'altezza dell'acqua del vaſo intermedio

$a=252$

$a=252$ il diametro di ciaſchedun tubo, che il Signor Poleni dice, che arrivava quaſi alle 8 linee, noi le prenderemo come di $\frac{11}{4}$ di linee, e ciò non ſolamente perche in fatti il foro fiſico ſcarſeggiava delle 8 linee, ma ancora perche doveva molto più ſcarſeggiarne la ſezione *razionale* dalla accennata miſura, abbenchè poteſſe poi computarſi qualche coſa di più l'altezza dell'acqua del vaſo intermedio, che però prendendo queſto diametro di $\frac{11}{4}$ di linee ſi crede anzi di prenderlo un po' eccedente, piuttoſto che minore. Eſſendocchè dunque il valore di x è eguale a $\sqrt[3]{\frac{m^3}{2}+\sqrt{\frac{m^6}{4}-\frac{c^6}{729}}}+\sqrt[3]{\frac{m^3}{2}-\sqrt{\frac{m^6}{4}-\frac{c^6}{729}}}-\frac{1}{3}c$, in cui $m=\frac{8c^3yy+243nnb^4a}{216yy}$ ne rileveremo il preciſo nel modo che ſegue:

CAP. IV.

XL

Scolio III. Sarà $bb=47$ ommeſſe le frazioni, che poco o nulla rilevano

log. 8 = 0.9030900
log. c^3 = 5.2210881
log. yy = 2.3806634
log. = 8.5048415

il di cui numero è 319772774

log. 243 = 2.3856063
log. 9 = 0.9542425
log. b^4 = 3.3441958
log. a = 2.4014005
9.0854451

il cui numero è 1217433109; e però la ſumma delli due antecedenti numeri ſarà - - - - 1537205883 (A)

log. 216 = 2.3344537
log. yy = 2.3806634
4.7151171

il di cui numero è 51894, onde ſe queſto dividerà il numero (A), il quoziente 29622 ſarà $\frac{m^3}{2}$ e $\frac{m^6}{4}$ ſarà 877462884. (B) Se

poi

CAP. IV. poi dal logaritmo di $c^6 = 10.4421762$ si sottrarrà il logaritmo di $729 = 2.8627275$, rimarrà 7.5794487 logaritmo di $\frac{c^6}{729}$ il di cui numero è 37977080, e se questo pure sarà sottratto dal numero (B) resterà $839485804 = \frac{m^6}{4} - \frac{c^6}{729}$ la di cui radice quadrata è prossimamente 28974, onde la formola per il valore di x, diverrà eguale a $\sqrt{29622+28974} + \sqrt{29622-28974} - \frac{110}{1} = 38\frac{4943}{112810} + 8\frac{113672}{170505} - \frac{110}{1}$, che si riduce a $x = 10\frac{505819101}{11540801430}$.

XII.

Scolio IV. In tali suppoſizioni dunque l'altezza viva x ſarebbe qualche coſa maggiore delle dieci linee, dove il Signor Marcheſe Poleni la trova ſolamente $\frac{24}{4}$ di linee: molti accidenti poſſono eſſer cagione di un tal divario, i più rimarcabili ſono i ſeguenti: il non averſi determinato il vero diametro *razionale* de' tubi del vaſo intermedio, come ſopra ſi è avvertito; l' averſi ommeſſa la conſiderazione di qualche frazione nel calcolo ad oggetto di non imbarazzarſi in una fatica fuori di propoſito; l' averſi preſo nell' oſſervazione in vece della vera altezza dentro del labbro che fa l'acqua in ſtrammazzando nella ſtagnante, qualche altezza nella ſteſſa curvatura del detto labbro; e finalmente, perche forſe, per niente diſſimulare li $\frac{1}{7}$ del rettangolo fatto dalla maſſima velocità nella profondità da noi preſo per eſprimere il moto dell' acqua che prima era ſtagnante, non è per avventura la ſuppoſizione più eſatta, ripugnando anche alla ſperienza; mentre non abbiamo mai ritrovato che i tempi abbiano veruna coſtante relazione alle altezze vive, lo che pure dovrebb' eſſere, quando le velocità aveſſero qualche relazione alle altezze. Potrebbe tal varietà anco derivare, perche il moto orizontale concepito dall' acqua, penetrando aſſai ſenſibilmente ſino al fondo, turbaſſe la legge predetta, e ricercaſſe di prenderſi un' altra quantità diverſa dal rettangolo, di cui ſi è detto; lo che non può veramente determinarſi che con molte e molte ſperienze ed oſſervazioni.

XIII.

Si è ſottopoſta al calcolo la medeſima oſſervazione del §. 43. del Libro predetto, ſupponendo cognite tutte le quantità, fuori

che

che l'altezza dell'acqua del vaso intermedio S, e ciò per scan- CAP. dagliare se in fatti corrisponda alla formola in esso fissata $q =$ IV. $\frac{2}{3} \times \overline{x+c} \times y \sqrt{Px} = nbb \sqrt{a}$, oppure $\sqrt{a} = \frac{\frac{2}{3} \overline{x+c} \times y \sqrt{Px}}{nbb}$. Avressimo, per vero dire, ricercato volontieri, come nel numero XI di questo si è fatto, il valore dell'altezza viva x, ma il tedio di aver a sviluppare un'equazione del quarto grado ci ha fatto astenere da una tal ricerca; tanto più, che se il metodo è conforme alla verità, questo, supposta incognita qualunque quantità, quando le altre sieno note, deve far rilevare il valore dell'indeterminata. Per una maggior facilità adunque abbiamo presa per incognita l'altezza predetta a, e supposti i numeri esprimenti le altre quantità, come sopra; si è in primo luogo sulle tracce del §. 71 ritrovato il valore del parametro del *moto misto*, senza però supporre divisa la linea del piede Regio nelle $\frac{m}{40}$ parti, come ivi viene praticato, ma prendendola come una linea appunto, e supponendo poi il parametro del moto chiamato *semplice* eguale all'unità, che dal Signor Marchese Poleni si fa 1000, si trova per tanto P eguale a $\frac{1577}{11361}$, le altre quantità sono $x = \frac{11}{4}$, $c = 55$, $bb = 47$; $y = \frac{11}{2}$, onde sostituendo questi valori nella formola soprapposta, e riducendola proviene $\sqrt{a} = 17$ ed $a = 289$. Sopra di che è d'avvertire, essersi tralasciate le frazioni, come poco o nulla alteranti il calcolo; ma secondo l'osservazione era $a = 252$, che però risulta maggior del vero la quantità dell'acqua, che si fa uscire per la sezione del *moto misto*, e potersi concludere che la formola non ben regge alla verità, comecchè in tali supposizioni eccede l'altezza dell'acqua del vaso di mezzo la vera osservatasi, di una quantità di linee 37.

XIV.

Che se in vece di supporre incognita la dett' altezza, si farà tale la largheza della sezione cioè y, per vedere se il calcolo più si accostasse a quanto fu rilevato nell'osservazione, sarà la formola per questo caso $y = \frac{nbb\sqrt{a}}{\frac{2}{3}\overline{x+c}\sqrt{Px}}$, in cui $a = 252$, e sostituendo i numeri posti e ritrovati di sopra, si ha, lasciate le frazioni $y = 13$ quando nel §. predetto viene determinata $\frac{11}{2}$ cioè molto maggiore: Che però ad oggetto di far che uscisse una determinata quantità di acqua per la sezione del *moto misto*, converrebbe restringerla alle dette linee 13, con manifesto dissenso dell'osservazione dalla formola.

Si

CAP. IV.

XV.

Si è pur fatta altra prova del noſtro metodo ſopra l'oſſervazione regiſtrata al §. 48 in cui l'altezza *morta* ſi fa di linee in circa 16, la larghezza della ſezione linee 38, e ſi hanno 12 tubi aperti, perſiſtendo l'acqua del Vaſo di mezzo pure alle linee 252. Si ritrova dunque, che queſti numeri rettamente ſoſtituiti nella noſtra formola danno $x = 40\frac{1}{3}$ proſſimamente, dove nel Libro predetto ſi pone linee 42, con divario quaſi ſprezzabile, potendo anco eſſer provenuto dall'averſi preſo $c = 16$, quando dovevaſi prendere $c = \frac{65}{4}$ cioè un po' maggiore di 16. Ma eſaminando la formola del Signor Poleni, col porre per incognita l'altezza a dell'acqua del vaſo di mezzo, ſi trova per lo ſperimento ſopradetto del §. 48 eſſere il parametro del moto *miſto* $P = \frac{6175}{7111}$; onde ſoſtituendo i valori degli altri numeri, facendo $c = 16$, come ſopra, ſi ha che l'altezza ſopradetta a, dovrebb' eſſere, neglette le frazioni, eguale a 289, come appunto fu ritrovato, calcolando l'oſſervazione del §. 43, e per conſeguenza maggiore di quello, che realmente fu ritrovata, e dev' eſſere di un eccеſſo di linee 37 proſſimamente. Un tale conſenſo fra tutti e due gli ſperimenti, calcolati ſecondo le formole del Signor Marcheſe Poleni, fanno chiaramente comprendere eſſervi dappertutto dell' eſorbitanza, e prenderſi la quantità dell'acqua uſcita col *moto miſto* maggiore di quello, che in effetto dovrebb' eſſere.

XVI.

Corollario I. Qualunque delle quantità, ch'entrano nella noſtra equazione fondamentale $x^3 + 2cxx + ccx - \frac{9nnb^4a}{4yy} = o$ ſuppoſta per incognita, e cognite tutte le altre, ſi avranno nuove formole, che faranno conoſcere il valore delle medeſime. Sia in grazia di eſempio incognito il numero di tubi n per i quali ſi ſcarica il vaſo di mezzo. L'equazione ſi cangerà nella ſeguente (1) $n = \frac{29\sqrt{x^3 + 3cxx + ccx}}{3bb\sqrt{a}}$, nella quale eſſendo cognite a, c, bb, x, ſi ritraerà il vero valore di n, cioè il numero predetto dei tubi da aprirſi, acciocchè con l'altezza a dell'acqua del vaſo di mezzo, ſi abbiano poi ancora le altre quantità ricercate.

II. Ma

II. Ma ponendo incognita l'altezza dell'acqua e del vaſo di mezzo, ſarà la formola (2) $a = \frac{4yyx^3 + 8cxxyy + 4ccxyy}{9nnb^4}$. CAP. IV.

III. E ſupponendo incognita la c, cioè l'altezza *morta* della ſezione, ſarà (3) $c = -x + \sqrt{xx + mm}$, in cui $mm = \frac{9nnb^4a - 4yyx^3}{4xyy}$.

IV. E facendo incognita la larghezza della ſezione y, ſarà (4) $y = \frac{3nbb\sqrt{a}}{2\sqrt{x^3 + 2cx^2 + ccx}}$.

V. E finalmente volendoſi per incognito il lume di uno de' tubi (eguale però di diametro a tutti gli altri) del vaſo di mezzo, ſarà la formola $bb = \frac{2y}{3n\sqrt{a}}\sqrt{x^3 + 2cxx + ccx}$.

I caſi poſſibili dagl' impoſſibili ſi manifeſteranno dalle ſteſſe ſoſtituzioni, quando provenghino quantità negative o immaginarie.

VI. Servendoſi della (3) formola $c = -x + \sqrt{xx + mm}$ per ritrovare l'altezza dell'acqua ſtagnante c, ſe il numero n de' tubi del vaſo di mezzo ſarà 8, $bb = 47$ linee quadrate, $a = 300$, $y = 20$, $x = 12$ diverrà l'antedetta formola $c = 129$ nella quale $mm = 19737$ e $\sqrt{xx + mm} = 141$ proſſimamente.

XVII.

Sia da ridurſi il *moto ritardato* al *moto libero*, vale a dire, data la ſezione, in cui vi ſia un' acqua ſtagnante poſta in moto da un' acqua viva corrente che gli ſopravenga, ritrovare un' altra ſezione, nella quale movendoſi liberamente l' acqua, ſcarichi queſta in un dato tempo la ſteſſa quantità di acqua che ſcaricava la ſezione del moto *ritardato*. Intendaſi nella perpendicolare alla AD l'altezza BD, in cui per lo ſpazio BC muovaſi l'acqua di moto *libero*, e in CD di moto *ritardato*. Sia BE la parabola eſprimente la velocità del moto *libero* e $\frac{2}{3}$ CE × CD l'area, che connota il moto *ritardato*; egli è da ritrovarſi l'altezza FG, ſopra la quale, come aſſe deſcrivendoſi la parabola FGH, eſprima l'area di queſta una quantità eguale alla quantità dell'aggregato dei due moti predetti *libero* e *ritardato*, cioè, che l'area FHG ſia eguale alle due aree BCE e $\frac{2}{3}$ DC × CE. Chiamiſi la FG l' altezza media de i due moti ſuddetti; e dovendo per la ſuppoſizione eſſer eguali le aree BCE + $\frac{2}{3}$ CE × CD a FHG, ſarà l'equazione TAV. II. *Fig.* 2.

CAP. IV. (dicendo u la GH, y la CE, e le altre linee chiamandole e determinandole come sopra) $\frac{2}{3}cy\sqrt{x}+\frac{2}{3}xy\sqrt{x}=\frac{2}{3}uz\sqrt{z}$ (z è l'altezza ricercata FG) che si riduce a $z=\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}$, e l'area mista diventerà $\frac{2}{3}u\times\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}\times\sqrt{\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}}$. Che però se si dirà q la quantità dell'acqua uscita per FG in un dato tempo t, sarà $q=\frac{2}{3}tu\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}\times\sqrt{\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}}$, e tale sarebbe la ricercata quantità, che darebbe la sezione *libera* nelle condizioni de' moti antedetti *libero*, e *ritardato*, e la velocità media $\frac{2}{3}u\sqrt{u}\sqrt[3]{\frac{c+x|^2\times xyy}{uu}}$.

XVIII.

Corollario. L'altezza della sezione *libera* z del moto *ritardato* dell'osservazione registrata al §. 43 del *moto misto*, supponendo $u=y$ sarebbe eguale a linee 33 prossimamente, ricavandosi ciò dalla formola posta al numero antecedente, divenendo in tal' supposizione $z=\sqrt[3]{c+x|^2\times x}$, nella quale $c=55$. $x=\frac{11}{4}$. Ma l'altezza della sezione libera del moto *ritardato* del §. 47 in cui $c=108$, $x=\frac{11}{4}$, ed $y=u$ sarà eguale a linee 32 in circa.

XIX.

Sia proposto da indagare nel peso di grani l'acqua, che fosse per uscire dalla sezione *libera* del moto *ritardato* dentro lo spazio di un minuto di ora. E' chiaro da vedere, che la formola per questi casi è la registrata al numero XVIII del Capitolo II, e che allora la y ivi adoperata diventa zero; sarà adunque $r=\frac{252160\times3}{9\times564\sqrt{564}-561\sqrt{561}}\times f\sqrt{x}$, ma $f\sqrt{x}$ è eguale in queste supposizioni ad $uz\sqrt{z}$ ovvero facendo $u=y$ ad $yz\sqrt{z}$, perlochè sarà la quantità dell'acqua ridotta al peso di grani per il tempo predetto di un minuto di ora $r=\frac{252160\times3}{9\times564\sqrt{564}-561\sqrt{561}}\times y\sqrt[3]{c+x|^2\times x}\sqrt{\sqrt[3]{c+x|^2\times x}}$, nella qual formola basterà sostituire i valori di c, x e y per conoscer la ricercata quantità.

Scolio.

XX.

Scolio. Essendo per tanto, secondo l'osservazione del §. 43. $y=\frac{11}{2}$, $c=55$, $x=\frac{11}{4}$, ed essendosi trovato al numero XVIII di questo $z=33$, sarà $\sqrt{z}=\sqrt{33}$, onde $r=\frac{252160\times 3}{990}\times\frac{11}{2}\times 33\sqrt{33}$, che fanno grani prossimamente 2233526 per un minuto primo d'ora, ch'equivalgono ad once cubiche 2841 $\frac{218}{331}$; e nello sperimento del §. 47, uscirebbero nel medesimo tempo grani in circa 2177925, ommesse le frazioni. Si potrebbero rettificare queste operazioni col ridurre a peso l'acqua, ch'esce dal vaso intermedio S, ed in tal modo sarebbe ridotto il foro verticale all'orizontale, come viene anco prescritto al numero XX del Capit. II. e la quantità dell'acqua sarebbe $\frac{126080}{110}\times f252\sqrt{252}-\frac{977}{8}\sqrt{977}$. Ma se si ponesse f ch'è l'orificio di uno de' fori, di linee quadrate 47, come sopra si è fatto, supposto il diametro $7\frac{1}{2}$, ne darebbero i tre fori maggior quantità di quella, che fosse per dare la *media* sezione *libera* del moto *ritardato*; onde perche si ottenghi l'eguaglianza, sarebbe da farsi $f=28$ linee quadrate, cioè, che il diametro di uno de' fori fosse di sole linee 6. Un tal divario può procedere dalle resistenze che incontra l'acqua all'uscire, essendovi molta differenza fra il moto dell'acqua osservato nello sperimento del Guglielmini, preso da noi per *radicale*, e quello osservatosi dal Signor Marchese Poleni. Il Guglielmini prese un vaso molto alto per le sue osservazioni; cosicchè vi è luogo di credere, che il moto dell'acqua risentisse minori resistenze in uscire dal suo orificio; in somma molte sono le circostanze che vanno alterando la quantità dell'acqua uscente da i vasi, per battere di puntino con li fondamenti teorici del calcolo; lo che abbiamo voluto accennare, perche alcuno non credesse che volessimo troppo attribuire alle nostre proposizioni, o troppo derogare alle dottrine con studio, fatica e merito avanzate dagli altri.

XXI.

Non solamente dall'equazione fondamentale $\overline{c+x}|^2\times x=\frac{9nnb+a}{4yy}$ si può avere l'altezza *media* z coll'eguagliare la frazione di questa a,

CAP. IV. ſta a, $\overline{c+x}|^2 \times x$, ma ancora coll'eguagliarla all'altro membro $\frac{9nnb^4a}{4yy}$ eſſendo queſta quantità parimenti compoſta dalle condizioni della mole dell'acqua, ch'eſce dal ſpeſſe volte nominato vaſo di mezzo, che ha ſervito per le oſſervazioni del moto miſto: Comechè dunque deveſi conſervar l'eguaglianza fra $\overline{c+x}|^2 \times x$ e $\frac{9nnb^4a}{4yy}$, così il valore dell'altezza della ſezione *media* z, dovrebbe trovarſi ſempre lo ſteſſo, tanto diducendolo da uno, che dagli altri membri; contuttociò ſe con le oſſervazioni regiſtrate dal §. 43 ſino al §. 55. incluſivamente del Libro predetto, ſe ne farà la prova, ſi rileverà eſſervi un ſenſibile divario fra le medeſime *medie* altezze. Le due Tavole del numero ſeguente ne faranno conoſcere le differenze, nelle quali la prima colonna contiene le altezze medie *del moto ritardato* ricavate dalle altezze *viva* e *morta*, oſſervate negli ſperimenti predetti; e la ſeconda contiene le medeſime altezze *medie* calcolate ſopra la quantità dell' acqua ſomminiſtrata dal vaſo di mezzo. Per la prima colonna ſi è adoperata la formola $z = \sqrt[3]{\overline{c+x}|^2 \times x}$; e per la ſeconda quella di $z = \sqrt[3]{\frac{9nnb^4a}{4yy}}$, avvertendo che la ſezione *media* ſi ſuppone della ſteſſa larghezza di quella del *moto ritardato* di linee quadrate 47, cioè, il di cui diametro ſia linee $7\frac{1}{4}$. E' anche d'avvertirſi, di averſi fatti queſti calcoli, ſenza tener conto delle frazioni, ciò nulla rilevando per una ſufficiente eſattezza.

XXII.

Scolio I. TAVOLA PRIMA delle altezze *medie* del *moto ritardato*, ſecondo le oſſervazioni regiſtrate nel Libro del *moto miſto* dal §. 43. ſino al §. 55.

§.	Altezze medie delle ſezioni.		Altezze medie de' fori del Vaſo di mezzo.
43	33		36
44	55+	Altezza morta linee 55. Larghezza linee $\frac{11}{2}$.	57
45	73		75
.·.	90		91+
.·.	106		105

Al-

§.	Altezze medie delle sezioni		Altezze medie de' fori del Vaso di mezzo
47	33		36
..	51		57
..	70	Altezza morta linee 108	75
..	85+	Larghezza linee $\frac{11}{2}$.	91+
..	99		105
48	19		20
..	30		31
..	43	Altezza morta linee 26	41+
..	52	Larghezza linee 38	50+
..	61		58
49	35+	Altezza morta linee 35	38
..	62	Larghezza linee 79	65

TAVOLA II. delle altezze *medie* del moto *libero*.

§.	Altezze medie delle sezioni		Altezze medie de' fori del Vaso di mezzo
53	15		$13\frac{75}{100}$
..	23	(Larghezza linee 88.)	$21\frac{79}{100}$+
..	30		$28\frac{16}{100}$+
..	37		$34\frac{59}{100}$
54	21		$19\frac{49}{100}$
..	34	(Larghezza linee 52.)	$30\frac{93}{100}$
..	44		$40\frac{10}{100}$
..	52		$49\frac{33}{100}$
55	21		$19\frac{81}{100}$
..	33		$31\frac{49}{100}$
..	45		$41\frac{13}{50}$
..	54		$49\frac{99}{100}$
..	63		58

XXIII.

Scolio II. Molte cose possono esser cagione del divario, che si è notato fra le osservazioni ed il calcolo, una delle più probabili sarebbe, se rettamente non fosse stato da noi assunto il diametro *razionale* de' fori del vaso di mezzo, stabilito come si è detto di linee

CAP. IV. nee $7\frac{1}{2}$, e reſtarebbe ciò anche avvalorato, ſe iſtituendoſi il calcolo col ſupporre, in grazia di eſempio, che l'altezza *media* dello ſperimento del §. 43 foſſe di ſole linee 33 in vece delle 36, che nella ſuppoſizione predetta ſi ſono ritrovate; ed in fatti ſi rileva, che ad oggetto che i fori e le ſezioni diano la ſteſs'altezza *media* per lo ſperimento del §. 43, che ciaſcheduno de'fori dovrebbe avere di diametro linee $7\frac{217}{1000}$, grandezza non eccedente in paragone del diametro *razionale*; ma ſe poi queſta quantità ſi prenderà come coſtante, non corriſponderanno gli eſperimenti de' paragrafi ſuſſeguenti, mentre facendo attenzione alla ſerie di ambe le altezze *medie* e delle ſezioni, e de i fori, ſi vede che l'altezza *media* della ſezione del §. 43. è di linee 33, e quella de i fori di linee 36; ma quella ch'è la quinta dopo di queſta, cioè quella degli ſperimenti del §. 45 ha per altezza *media* della ſezione linee 106, e per altezza media de i fori linee 105, minore dell'altra, dove nel §. 43 l'altezza *media* delle ſezioni era minore dell'altezza *media* de i fori, e per queſto tal eſperimento il diametro *razionale* dovrebb'eſſere $7\frac{111}{100}$, ch'è maggiore di quello ritrovato di ſopra in ragione di 7765 a 7237.

XXIV.

Scolio III. Più curioſo è il riſultato del calcolo degli ſperimenti regiſtrati incluſivamente dal §. 53 ſino al §. 55 fatti per i moti *liberi*, o, come ſi chiamano nel Libro del *moto miſto*, *ſemplici*; mentre ſe i fori e le ſezioni deſſero, come ſarebbe uopo, la ſteſſa altezza *media* in una larghezza, che foſſe reſpettivamente eguale alla larghezza delle ſezioni *libere* de i medeſimi ſperimenti, ſecondo al calcolo fatto ſopra 13. oſſervazioni, ciaſcun diametro *medio* de'fori del vaſo di mezzo, dovrebb'eſſer di linee $8\frac{17}{171}$, coſa che non può correre, non arrivando alle 8 il diametro ſteſſo di uno de i fori, come ſi rileva al §. 38, convien però dire, che qualche altra circoſtanza alteri queſte miſure: può eſſere che le reſiſtenze, incontrate dall'acqua in uſcendo da i fori, alterino in parte le altezze; contuttociò non ſarei perſuaſo che foſſero per riuſcire sì ſenſibili da indurre tal variazione. Quello che mi ſembra poter molto contribuire a ciò, ſi è che l'acqua ſcappando dalle ſezioni, non altrimenti di quello faccia in uſcendo da'fori, è coſtretta a formare una ſezione, che non impropriamente ſi potrà chiamare *contratta*, e per conſeguenza minore della *reale*, onde ſarebbe ſtato deſiderabile di indagarſi anco la miſura di queſte

ſezio-

sezioni *contratte*, come si hanno per le vene delle acque uscenti da' vasi.

XXV.

Nella suppoſizione dunque, che i diametri *razionali* de' tubi del vaſo di mezzo fiano ciaſcheduno di eſſi di linee $7\frac{1}{2}$ o fiano linee quadrate 47, e che le ſezioni del *moto libero* ſi reſtringano ſecondo la loro larghezza all'uſcire che fa l'acqua, durando invariata l'altezza delle medeſime ſezioni; in tal caſo ad oggetto di ſalvare l'egualità delle ſezioni *medie*, ſarebbe uopo ſupporre nello ſperimento primo del §. 53 in luogo della larghezza delle linee 88, ſolo linee $77\frac{6}{100}$, e nel §. 54 per il primo ſperimento in vece delle linee 52, ſolamente linee $46\frac{72}{100}$, e finalmente nel primo ſperimento del §. 55. in vece delle linee 38, linee $34\frac{55}{100}$, tutto ciò ricavandoſi dalla formola $y = \frac{3\,nbb\sqrt{a}}{2\sqrt{z^3}}$, nella quale il valore di z è ſempre l'altezza reſpettiva delle ſezioni libere 15, 21, 21; coſicchè ſembra poterſi ſenza notabile errore prendere pel reſtringimento delle ſezioni l'ottava parte di meno del diametro *reale*, onde averſi il diametro *razionale* della ſezione, e ſecondo un tal computo, dicendo il diametro *reale* d, ſarebbe il razionale $\frac{7}{8}d$.

XXVI.

Queſta regola però, abbenchè paja non molto lontana dalla verità, almeno nelle ſezioni de' *moti liberi*; nientedimeno può molto ingannarci, ſecondo la diverſità de' caſi, ed al certo della medeſima non ſarà da ſervirſi per le ſezioni de' moti *ritardati*; mentre in queſti a cagione dell'acqua ſtagnante che rintuzza il moto vivo di quella che ſcende, molte altre coſe poſſono entrare a render fallace la ſuddetta regola; molti ſperimenti vi abbiſognerebbero per accoſtarſi al vero a norma del variarſi degli accidenti: converrebbe, oltre il riſtringimento della larghezza, ridurre a calcolo ancora le reſiſtenze per li sfregamenti incontrati dall'acqua in uſcendo da i vaſi, e rilevare (del che vi è molto da dubitare) ſe in fatti nelle ſezioni ſi poſſa prendere per inalterata l'altezza, come ſopra ſi è eſpoſto, per averſi l'area *razionale* della medeſima. In ſomma quanto ſi è detto, è ſtato ſolamente per accennare da che poſſa dipendere l'eguaglianza dell'altezze delle ſezioni *medie*, comparate colle ſe-

CAP. IV.

le ſezioni *libere*, e a fori del vaſo di mezzo, quando la ſteſſa quantità di acqua e nell'une, e negli altri ſi ſcarica nel medeſimo tempo. Chi poteſſe combinare tutte le poſſibili variazioni che ſucceder poſſono, vederebbe a capello dove ſta radicata queſta diſuguaglianza; ma l'umano intelletto è troppo limitato per giugnere a ciò, e deve contentarſi da rilevarne ſolamente una poca parte, e di accoſtarſi nelle coſe fiſiche nel miglior modo che può al vero, ſe non può effettivamente conſeguirlo.

CAPI-

CAPITOLO QUINTO.

PARTE PRIMA.

Della velocità dell' acque correnti ; loro leggi e calcoli ſecondo varj Autori.

I.

ESſendo eſſenzialiſſima coſa in trattandoſi dell' acque correnti, come ſono quelle de' fiumi, il determinare il grado della loro velocità, dipendendo dalla retta cognizione di queſta ed il mezzo di rilevare il moto, con cui eſſe progrediſcono, e la maniera di ridurre a calcolo quella reazione ch' elercita contro di eſſe il recipiente, ch' è l'alveo, come pure l'intendere e l'accreſcimento che un influente produrrebbe in un alveo, e l'abbaſſamento che naſcerebbe, quando ſi faceſſero una o più diramazioni; quindi per preliminare della materia de' fiumi, che ſi và ad iſpiegare, ſi è da me ſtabilito il verſare ſopra queſto punto, che io faccio il principale nell' affare di che ſi tratta; e perche quanto ſi anderà avanzando ſia meno equivoco e più certo, ho procurato di fondarlo ſopra le migliori ſcoperte che fin ora ſi ſono fatte da i più eſperti Idrometri. Si è creduto in fatti, che dacchè il Torricelli, il Mariotte, ed il Guglielmini, rilevarono co' loro ſperimenti, che l'acqua in uſcendo dà i fori de' vaſi, ſempre conſervata ad una coſtante altezza, abbia una velocità corriſpondente alla dimezzata delle altezze dei medeſimi Vaſi, ſi è creduto, dico, che la ſteſſa legge aveſſe pur a conſervarſi anco nelle acque correnti de' fiumi, conſiderandoſi l'acqua di queſti, come ſe uſciſſe da un vaſo alto quanto la ſteſſa origine del fiume, e che aveſſe un' apertura eguale all' area della ſezione, ſopra di cui aveva a cadere il calcolo. Contuttociò, ſe ben ſi attende alla moltiplicità delle circoſtanze che alterar poſſono queſta legge, ſi vedrà non difficilmente, che quanto ſi aſſeriſce, non può sì di leggieri verificarſi, quando bene non ſi prendeſſe per modano un fiume, che camminaſſe ſenza reſiſtenze, e che liberamente sboccaſſe non in un altro fiume, o nel Mare, o in un Lago o Laguna, come tutti

CAP. V. Parte prima.

fanno, ma ſto per dire, in aria, oppure nel vuoto; che però la maniera di calcolare eſſe velocità con l'analogia de' vaſi, rieſce, ſe non ideale, certamente poco adattabile alla pratica.

II.

Benedetto Caſtelli Abate Caſſinenſe, che prima di ogni altro ſeppe unire la ſcienza delle acque alla Geometria, avendo fatto certo ſperimento preteſe di provare, che le velocità delle acque correnti ſteſſero reſpettivamente come le altezze delle medeſime acque; opinione, che fu ſeguitata dal Barattieri, ed anco dal celebre Montanari, come ſi rileva dalle molte Scritture prodotte in materia di acque, nel tempo ch'egli, trovandoſi al ſervigio della Veneta Repubblica, ſoſteneva in Padova la Catedra d'Aſtronomia e Meteori. Il fondamento, ſu di cui il Caſtelli appoggia i ſuoi raziocinj, conſiſte in uno ſperimento regiſtrato da lui nel Corollario ſecondo della Propoſizione 4 del Libro intitolato, *Dimoſtrazioni Geometriche della miſura delle acque correnti* a c. 92. eſprimendoſi nel modo che ſegue: *Io ho preparato*, dic'egli, *cento ſifoni, o vogliam dire canne ritorte, tutte eguali, e poſtele al labbro di un vaſo, nel quale ſi mantiene l'acqua con un iſteſſo livello (o lavorino tutte le canne, o qualſivoglia numero di eſſe) collocate le bocche, dalle quali eſce l'acqua, tutte al medeſimo livello parallelo all'orizonte, ma più baſſo di livello dell'acqua del vaſo; e raccolta tutta l'acqua cadente dai ſifoni in un altro vaſo più baſſo, l'ho fatta ſcorrere per un canale, inchinando in modo, che mancando l'acqua da i ſifoni, il canale rimane affatto ſenz'acqua aſciutto. E fatto queſto, miſurai l'altezza viva del canale diligentemente, e poi lo diviſi in dieci parti eguali preciſamente; e facendo levare via 19 di quelli ſifoni, in modo che il canale non ſcorreva acqua ſe non di 81 di quei ſifoni; di nuovo oſſervai l'altezza viva dell'acqua nel medeſimo ſito oſſervato di prima, trovai che l'altezza ſua era ſcemata la decima parte preciſamente di tutta la ſua prima altezza; e così ſeguitando a levare 17 altri ſifoni, l'altezza era pure ſcemata $\frac{1}{10}$ di tutta la prima ſua altezza viva, e provando a levare 15 ſifoni, poi 13, poi 11, poi 9, e poi 7, poi 5, e poi 3, ſempre in queſte diverſioni fatte ordinatamente, come ſi è detto, ne ſeguiva ogni sbaſſamento di $\frac{1}{10}$ di tutta l'altezza. E quì fu coſa degna d'eſſer oſſervata, che creſcendo l'acqua per detto canale, la ſua altezza viva era diverſa in diverſi ſiti del canale, cioè ſempre minore, quanto più ſi av-*

ſi avvicinava alla sboccatura; contuttociò lo sbaſſamento ſeguiva in tutti i luoghi proporzionatamente, cioè in tutti i ſiti ſcemava la prima parte dell' altezza di quel ſito, e di più uſciva l'acqua dal canale ſparſa in campo più largo, dal quale pure avendo diverſi eſiti e bocche, in ogni modo ancora in quella largbezza, le altezze vive s' andavano variando, e mutando colle medeſime proporzioni. Nè quì mi fermai nell' oſſervazione, ma ſendo ſcemata l'acqua, oſſervai l' altezza viva, che faceva ne' ſopradetti ſiti (la quale era pure un decimo di tutta la prima altezza,) aggiunſi all' acqua di quel ſifone l'acqua di tre altri ſifoni, ſicchè tutta l' acqua era di 4 ſifoni, ed in conſeguenza quadrupla della prim' acqua, ma l'altezza viva era ſolamente il doppio; ed aggiongendo cinque ſifoni l'altezza viva ſi fece tripla, e con aggiungere ſette ſifoni, l' altezza creſceva il quadruplo: e così coll' aggiunta di nove creſceva il quintuplo: e coll' aggiunta di 11 creſceva il ſeſtuplo: e coll' aggiungere di 13 creſceva il ſettuplo: e coll' aggiungere di 15 l'ottuplo: e coll' aggiungere di 17 il nonuplo, e finalmente, aggiungendo 19 ſifoni; ſicchè tutta l' acqua era centupla dell' acqua di un ſifone ſolo; in ogni modo l'altezza viva di tutta queſta acqua era ſolamente decupla della prima altezza, congiunta dall' acqua che uſciva da un ſolo ſifone.

III.

Scolio. Da tutto ciò ſi rileva. Primo, che l'eſperienza è ſtata fatta in un canale di non poca eſtenſione, benchè l' Autore lo chiami vaſo; e queſto ſi raccoglie, mentre l'acqua ſtava ſempre al medeſimo livello, o lavoraſſero tutte le canne, o qualſivoglia numero di eſſe, lo che al certo accaduto non ſarebbe in un Vaſo, benche di molta capacità, quando non li foſſe ſtata rimeſſa altrettant' acqua, quanta ne ſcaricavano le canne. Secondo, ſi raccoglie, che il recipiente, benche ancor queſto lo denomini l'Autore vaſo, foſſe pur un canale; ſoggiugnendo aver fatta diſcorrere l'acqua raccolta proveniente da i ſifoni *per un canale*, inclinato in modo che reſtaſſe tutto vuoto ed aſciutto, ogni qualvolta veniva a mancare l'acqua de i ſifoni.

IV.

Atteſocchè dunque per il num. XV del Capitolo I; le quantità dell'acqua nelle ſezioni de' canali, preſcindendo dalle reſiſtenze, ſono in ragion compoſta della velocità, e delle altezze delle medeſime ſezioni, quando ſia data la larghezza di queſte;

CAP. V. Parte prima.

faranno le velocità in ragion diretta della quantità, e reciproca delle altezze; divisa pertanto avendo il Castelli tutta l'altezza viva, derivata dall'acqua, uscente da tutti i cento sifoni, in dieci parti eguali, cominciò ad otturare tanti de i detti sifoni, cosicchè quest'altezza fosse scemata di un decimo, cioè restasser nove parti delle dieci, e trovò che chiuderne diecinove conveniva. Dicendo dunque Q la quantità dell'acqua, la quale da un dato numero di sifoni esce, ed V la velocità che avrà nel canale che riceve l'acqua da i sifoni, X l'altezza che si va variando, a misura, che giuoca maggiore o minore numero di sifoni, sarà l'equazione $Q = VX$ ed $V = \frac{Q}{X}$.

V.

Scolio I. A norma della prima osservazione del Castelli, acciocchè l'altezza restasse 9 parti, si ebbero a chiudere 19 sifoni, e restavano però 81, tanti adunque davano acqua nel canale; quindi $V = \frac{81}{9} = 9$. Per la seconda osservazione per avere l'altezza 8 se ne chiusero altri 17, sicchè rimasero 64; e per tanto in in questa supposizione $V = \frac{64}{8} = 8$. Per la terza osservazione se ne chiusero 15, e rimasero 49, nell'altezza 7, onde $V = \frac{49}{7} = 7$, e così di mano in mano; sicchè le velocità secondo questi sperimenci furono come i numeri 10. 9. 8. 7. &c. cioè nella progressione aritmetica decrescente, e semplicemente come le altezze respettive dell'acqua osservatesi nel canale inclinato, in cui esercitavasi il di lei moto.

VI.

Corollario. Da questo sperimento e raziocinio si ricava, che Q sarà anco eguale a XX, e per conseguenza che $X = \sqrt{Q}$, mentre si è veduto che $V = X$; e però le altezze saranno in ragione dimezzata delle quantità dell'acqua. Viene ciò comprovato dal Castelli con l'osservazione che fece di aprire tanti sifoni, fino che ottenesse le altezze, che andassero crescendo aritmeticamente di una decima parte per volta. Osserva dunque, che per avere la prima, cioè che crescesse di una decima di tutta l'altezza, bastava che giuocasse un solo sifone: ma per averne due decime, li convenne aprirne altri tre, cosicchè fra tutti erano quattro; per il primo caso $X = \sqrt{1} = 1$, per il secondo $X = \sqrt{4} = 2$. Per elevare l'acqua a tre decime parti, ebbe ad aprirne altri cinque, che in

tutti

tutti erano nove, ed in fatti $X=\sqrt{9}=3$; ponendo adunque tutti i numeri ritrovati 1, 2, 3 in ſerie, ſi vede, ch' eſſi compongono una progreſſione aritmetica, ricavandoſi il tutto dal ſuppoſto, che le altezze ſtiano fra di loro in dimezzata della quantità. CAP. V. Parte prima.

VII.

Scolio II. Degno di oſſervazione in queſti ſperimenti pur ſi rende, di avere il Caſtelli laſciato non ſolo liberamente piombare l'acqua da' ſuoi ſifoni nel ſottopoſto canale, ma di aver voluto diſporer queſto in maniera, inchinandolo, coſicchè laſciaſſe facilmente uſcir l'acqua che riceveva, fatto ciò ſenza alcun dubbio per accoſtarſi il più che foſſe poſſibile a' fenomeni delle acque correnti de' fiumi; mentre per altro non potevano mancar mezzi di venir in chiaro della verità che ricercava: Il dubitare della quale in una tale ſperienza, ſembra che troppo offendeſſe il credito di queſto Chiariſſimo Autore; onde ſenza più fermarſi nell'ulterior diſamina delle circoſtanze, che aveſſero potuto per avventura turbar l'oſſervazione, paſſeremo a rappreſentare ciò, che altri in tal propoſito hanno oſſervato, perche dal confronto degli ſperimenti ſi poſſa giudicare del più veriſimile.

VIII.

Il Barattieri, rinomato Ingegnere, e Scrittore d'Idroſtatica nel Volume ſecondo della *Architettura dell' acque* al *Cap. II. pag. 66.* produce un *caſo*, come e' lo chiama, di *eſperienza*. Conſiſte queſto in un'oſſervazione dell'altezza dell' acqua di un acquedotto, detto la Codogna ſul Lodigiano, che ſcaricava l'acqua, prima libero, poi in parte chiuſo; riporteremo le di lui ſteſſe parole e figura, acciocchè ſe ne rileví il vero fondamento della ſperienza, e del diſcorſo che vi fa ſopra. *L'acqua*, dic'egli, *della Codogna, acquedotto de i maggiori del Lodigiano, ſi riduce in fine ad un Regolatore o Partitore, dentro al quale ſi divide in quatro acquedotti ineguali di quantità, e di largbezza, ma però tutti diſpoſti con una medeſima pendenza. Noi però, per facilitare il diſcorſo, la ſupponiamo diviſa in due parti ſole, nel modo che moſtra la ſezione ABGF diviſa in due parti dalla perpendicolare CD nelle largbezze di 67 per AC, ed 86 per la parte CB, che coſtituiſcono la largbezza tutta di AB, numero 153, paſſando per la ſezione AD quantità di acqua numero 37 e due terzi, e per la* TAV. II. *Fig. 3.*

CAP. IV. Parte prima.

CG quantità 48 *e un terzo, che ſono in tutto quantità* 86, *e ſecondo il paeſe ſono oncie* 86 *di acqua di ſua miſura. Per queſta operazione fu preſo il tempo, che l' acqua era di quantità maneggiabile, e miſuratane la ſua prima altezza viva CD, ſi trovò eſſere once lineari* $8\frac{3}{12}.\frac{1}{6}$, *che moltiplicate in ſe ſteſſe, formano di quadrato n.* 67. *Si fece immediatamente ſerrare la parte CDBG, che comprende la quantità* 48 *& un terzo di acqua; e tali quantità* 48 *& un terzo furono ridotte a paſſare tutte unite con le quantità* 37 *e due terzi, nella parte AC larga* 67, *e fermatoſi tanto che foſſe fatta la piena poſſibile, fu poi miſurata la ſeconda altezza viva che ſi fece nella ſezione AC, per cauſa di tutta la quantità* 86, *e fu trovata eſſere la perpendicolare ED once* $12\frac{4}{12} \times \frac{1}{2}$, *il qual numero forma il quadrato* 153 *in punto. Conſiderati noi gli effetti ſeguiti in queſto caſo, cominciaſſimo a cavare le ſeguenti notizie: Primo, eſſendo l'acqua che corre per la ſezione AD, quantità* 37 *e due terzi, e la quantità dell' acqua che corre per la ſezione HD, quantità* 86, *ed eſſendoſi trovato il numero quadrato della prima altezza CD,* 67, *ed il quadrato dell' altezza ſeconda BD,* 153, *arrivaſſimo a conoſcere che le proporzioni delle medeſime quantità, erano come le proporzioni de i medeſimi quadrati delle loro altezze, e corriſpondentemente i quadrati come le loro quantità; eſſendochè, tanta è quantità* 37 *e due terzi a quadrato* 67, *quanta è quantità* 86 *a quadrato* 153; *e tanta è quantità* 37 *e due terzi a quantità* 86, *quanta è* 67 *a* 153. *E quella proporzione ancora, che tiene la prima largbezza AB,* 153, *con il numero quadrato della prima altezza DC,* 67, *lo tiene ancora il numero quadrato* 153 *della ſeconda altezza HF, con la ſeconda largbezza AC,* 67. *E perche &c.*

IX.

Riducendo lo ſperimento alle noſtre formole: La quantità dell' acqua in una ſezione AD era 37 e due terzi, e nella CG 48 e un terzo, nelle quali ſezioni per eſſer di una medeſima altezza CD, ſaranno le quantità dell' acqua che paſſano in un dato tempo, come le larghezze, cioè come once 67 a 86. Avendo chiuſo poi il condotto CG, oſſervò il Barattieri aſcendere l'altezza dell'acqua ch'era CD, ſino ad eſſere ED di once $12\frac{4}{12}.\frac{1}{2}$, dove la CD era $8\frac{3}{12}.\frac{1}{6}$, cioè ad eſſere fra di loro come 1782. a 1190, ovvero come 891 a 595. Se dunque le altezze devono eſſere, come le radici delle quantità dell' acqua, deve correre queſta analogia

595.

595. 891 :: $\sqrt{37\frac{1}{2}}$. $\sqrt{86}$, ovvero prendendo i reſpettivi logaritmi 2.7745170. 2.9498777 :: 0.7879786. 0.9672492, e le ſumme delli due eſtremi, e quelle de' medii fanno 3.7417662, e 3.7378563, i numeri più proſſimi de' quali ſono 5517 e 5468, non gran fatto lontani dall' eguaglianza per uno ſperimento di tal ſorta; che però ne deduſſe eſſo Barattieri, che le altezze ſteſſero riſpetto alle quantità nell'antedetta ragione, cioè che $Q = XX$, come ricavò ancora da' ſuoi ſperimenti il Caſtelli: e perche $Q = VX$ ſarà pure $VX = XX$ ed $V = X$, cioè le velocità come le altezze.

X.

Nella Raccolta di Bologna pubblicataſi l'anno 1682 nella nota controverſia fra i Bologneſi ed i Ferrareſi per la preteſa introduzione del Reno nel Pò grande ſi legge a carte 71. *E noi abbiamo fatto eſperienza anche queſto giorno in Roma con nove canali d'acqua corrente eguali, introdotti in un ſolo, ora uno, ora quattro, ora tutti nove; ed in effetto ſe un canale ha fatto un'oncia di altezza, quatro canali hanno fatto ſolo due oncie, e nove canali ſolo tre &c.* onde riſulta anche da queſta oſſervazione che pur fu fatta dal celebre Giovanni Domenico Caſſini, avvalorato il teorema del Caſtelli, e comprovato il di lui ſperimento. Anche il chiariſſimo Montanari in tutte le occaſioni, ch'ebbe a ſcrivere ſopra le acque nel tempo, in cui fu a' ſtipendj della Repubblica di Venezia, di altra ragione non ſi ſervì, in trattando delle velocità de' fiumi, che della addotta dal Caſtelli; così leggiamo nella Scrittura fatta da lui per il Sile l'anno 1683, adoperar egli i principj del detto Caſtelli, e del Barattieri; ed è anco probabile, che queſto grand'Uomo, aveſſe de' fondamenti reali, per appoggiarli, ſapendoſi quanto e' foſſe ritenuto nel procedere nelle coſe fiſiche, ſenza il neceſſario lume degli ſperimenti; tanto più, che a lui non potevano eſſer ignote le oſſervazioni intorno l' uſcita de' fluidi da' fori de' vaſi, fatte dal Torricelli, e da altri valent'Uomini; lo che dà luogo a credere, che non ſtimaſſe adattabili le ſperienze della detta uſcita da' fori, e del corſo de' fiumi. Ecco ciò che produce nella predetta ſcrittura in propoſito delle velocità dell'acque correnti. *La dottrina*, ſi eſprime egli, *è dell'Abbate Caſtelli, e del Barattieri, che ſoli hanno ſcritto della miſura delle acque correnti, non arrivando ad inſegnare la miſura delle figure o ſezioni, che non ſiano parallelogrammi*,

CAP. V. Parte prima.

me, mi ſono ſervito di altre mie dottrine proprie, che convengono con li principj del Caſtelli, ma dimoſtrano anco la miſura delle ſezioni, che non ſono regolatori: le quali a Dio piacendo pubblicarò nel mio Trattato intitolato: Scienza d'acque correnti ampliato &c. E vaglia il vero ſopra queſti principj egli prediſſe aſſai da vicino le inondazioni ch'avrebbe prodotto il Sile, conducendolo nell'alveo abbandonato di Piave, ſecondo che ſi diviſava di fare, e che fu poi anche eſeguito. Si ſervì pure delle ragioni delle velocità in proporzione dell'altezze anche del 1679, quando fece la Scrittura 15 Marzo, ſopra lo ſcarico de' diverſivi dell'Adige, nel caſo che queſti ſi aveſſero a ridurre a ſtrammazzi; ecco le di lui ſteſſe parole: *Perche ſapranno molto bene, ch'ella è dottrina comuniſſima de' Matematici ed Ingegneri d'acque, che lo ſcarico dell'acque de' Regolatori non viene miſurato dalla miſura del vanno di eſſi, ma dal moltiplico della lor baſe nel quadrato dell'altezza; onde &c.* Così in altra Scrittura fatta parimenti per le coſe dell'Adige l'anno 1687. 4. Luglio, ſi legge: *L'acqua, che ſcarica un Regolatore in un dato tempo è eguale all'acqua contenuta in un parallelipipedo rettangolo, l'altezza del quale ſia l'altezza dell'acqua ſteſſa nel Regolatore, la largbezza ſia quella del Regolatore medeſimo, e la lunghezza ſia la quantità del corſo fatto dall'acqua nel dato tempo &c.* Iſteſſamente leggiamo nella Scrittura 1679, ultimo Aprile, diretta al N. H. Giulio Giuſtiniani, dalle quali coſe ſi deduce, ch'eſſo Montanari abbia nel fatto della velocità dell'acque ſeguitato quanto aveva detto il Caſtelli.

XI.

Il Guglielmini, che ſcriſſe dopo del detto Montanari, che li fu Maeſtro, riferiſce uno ſperimento, addattato, com'egli ſi eſprime, a rilevare la velocità dell'acque correnti. Trovaſi queſto regiſtrato nella propoſizione prima del ſecondo Libro *Aquarum fluentium menſura pag.* 21. Una tal oſſervazione, abbenchè paja piuttoſto applicabile allo ſcarico, che ſi fa dell'acqua per i fori de' vaſi, che al corſo de' fiumi; nientedimeno ſi pretende e da lui ſteſſo, e da molti altri, poterſi beniſſimo applicare alla ſpiegazione de' fenomeni, che nelle acque correnti, vanno ſuccedendo. Le ſue parole, tradotte dal latino ſono (tanto dell'antedetta propoſizione, che della ſuppoſizione che premette alle definizioni del detto ſecondo Libro) le ſeguenti: *Ad oggetto di lavorare ſul dottrinale, noi ſupponiamo gli alvei de' fiumi,*

mi o canali, eſſere vaſi molto eſteſi in lungo, il fondo de' quali ſtia ſempre nel medeſimo piano, e con i lati che ſiano piani verticali eretti normalmante al piano del fondo, per i quali o diſcorra l'acqua, o poſſa diſcorrere dal punto più ſublime al più infimo, e dirigerſi al ſuo termine, non già per cammino fleſſuoſo ma retto. Segue poi nella detta prima propoſizione ad eſporre lo ſperimento ne' ſeguenti termini: *Si preparò un Vaſo di figura cilindrica, di altezza di piedi 4, e di baſe che aveva in diametro piedi due, e fu diviſa tutta l'altezza in ſedeci parti eguali, col farvi in ogni ſito di queſte diviſioni altrettanti fori circolari, tutti della medema grandezza. Fu armato poſcia ogni uno di eſſi fori di altrettante cannelle di legno pur tutte fra di loro eguali, le quali avevano la loro interna cavità e beniſſimo levigata, e da per tutto di un eguale diametro, ch' era di poco più d'un' oncia. Si applicò poi alla parte eſteriore di eſſe una lamina di metallo, che aveva un foro circolare del diametro di un quarto di oncia, e ſi fece, che il di lui centro reſtaſſe fiſſato nel centro della cannella, rimanendo poi perfettamente otturato il foro della medeſima. Empito in appreſſo il vaſo di acqua, e diſpoſto un pendolo, la di cui lunghezza era di once 28 ½, ſi oſſervò la quantità dell' acqua che uſciva ogni 15 vibrazioni. Eſſendo dunque chiuſe tutte le altre cannelle, a riſerva della più inferiore, fu oſſervato che dentro l' accennato tempo era uſcita l'acqua per il peſo di once 123, durando ſempre alla medeſima altezza l'acqua del Vaſo. Chiuſa poi la cannella inferiore, ed aperta quella che ſtava ſopra tutte le altre, coſicchè l'altezza dell' acqua ſi faceſſe minore di tre once: ceſſato che fu il fluſſo di queſta, fu riaperta la prima inferiore, e dentro il tempo di altre 15 vibrazioni, ſi ebbe acqua di peſo once 118, e così di mano in mano ſi operò nelle altre cannelle, ſino a tanto che ſi divenne all' altezza di once 24. Ed allora eſſendo molto difficile il conſervar l'acqua alla medeſima altezza per tutto il tempo che durava il fluſſo, ſi chiuſe la cannella inferiore, e riempito di nuovo il vaſo, ſi aprì quella ch' era ſotto alla ſuperficie dell' acqua per once 24, che nel dato tempo laſciò uſcire 93 once di acqua, e ſucceſſivamente ſi continuò lo ſperimento ſino ad once tre di altezza ſecondo il metodo adoperato di ſopra; ma perche il foro di queſta ultima cannella, abbenchè però quaſi inſenſibilmente, era maggiore di quello della prima inferiore; lo che ſi appreſe dopo averne fatto un accurato ſperimento, e con la maggior quantità uſcita, e con la rettificazione del di lui diametro; perciò avendoſi dovuto cambiare quel foro, fu neceſſario di fare una doppia oſ-*

CAP. V. Parte prima.

ſervazione, e per l'altezza dell' acqua alle once 48, e per quella delle once 24 &c.

XII.

La Tavola ſeguente contiene tutte le oſſervazioni del numero precedente.

Altezza dell'acqua ſopra il centro della cannella e del foro in once del piede di Bologna.	Quantità dell' acqua che ne' uſcì in ogni 15 vibrazioni in once della libbra di Bologna.	Proporzione delle quantità dell'acqua, tratta dall'oſſervazione radicale prima, cioè della ſuddupplicata delle altezze in once della libra di Bologna.
48	123	123
45	118	119
42	116	115
39	110	111
36	106	106
33	103	102
30	97	97 1/2
27	91	92
		Proporzione della quantità tratta dall' oſſervazione radicale ſeconda.
24	93	93
21	87	87
18	81	80 1/2
15	74	74
12	66	66
9	56	57
6	47	46 1/2
3	34	33

XIII.

Scolio. Coſtando adunque da quanto ſi è dedotto dallo ſperimento, la quantità dell' acqua uſcita in un dato tempo, ſia adeſſo da eſaminarſi ſe i numeri eſprimenti eſſa quantità corriſpondino

dino alla dimezzata delle reſpettive altezze, come di ſuccedere afferma il Guglielmini. Operando dunque con i Logaritmi per i numeri 123 e 119, e loro corriſpondenti 48, 45 ſi rilevi ſe ſummando aſſieme il logaritmo di 123 con la metà del logaritmo di 45, dia lo ſteſſo numero, che darà la ſumma del logaritmo di 119 con la metà del logaritmo di 48; in fatti ſi trova che la ſumma de i primi monta a 2.9165113, e quella de i ſecondi a 2.9161676 con una differenza ſprezzabile fra l'una e l'altra; che però ſi può dire, che le velocità, atteſa l'oſſervazione allegata, ſtiano nella ragione dimezzata delle altezze, come aſſeriſce l'Autore.

XIV.

Lemma. Potendo accadere di doverſi cercare il valore degli eſponenti di una proporzione geometrica, per determinarſi la ſpecie di eſſa proporzione, ſi pone queſto facile Lemma, che ſi eſtende generalmente a qualunque dignità de'numeri propoſti. Siano queſti a, b, c, d; e ſieno fra di loro $a.b :: c^m.d^m$. ſupponendo a minore di 6; ſia da cercarſi il valore di m, e per conſeguenza da determinarſi eſſa proporzione, dico che $m = \frac{bd-la}{ld-lc}$ intendendoſi per l il logaritmo. Perche dunque $m = \frac{lb-la}{ld-lc}$ ſarà ancora $lb-la = mld-mlc$, ovvero $lb+mlc = la+mld$, e per la natura de' logaritmi $bc^m = ad^m$, e riſolvendo l'equazione in analogia $a.b :: c^m.d^m$, lo che &c. il valore però di queſto eſponente ſarà ſempre la differenza de i logaritmi, delli due primi numeri, diviſa per la differenza dei due ſecondi, ed il quoziente moſtrerà ſe m ſia intiero o rotto, vale a dire, ſe la ragione ſia come le podeſtà, o come le radici di queſte.

XV.

Scolio. Per il caſo riferito al numero XIII. di queſto, eſſendo $a=45, b=48, c=119, d=123$, ſarà $m = \frac{l48-l45}{l123-l119} = \frac{0.0280287}{0.0143581}$ di modo che l'eſponente vero ſarà $\frac{280287}{143581}$, ma il proſſimo ſarebbe 2, onde $45.48 :: 119^2.123^2$. oppure $\sqrt{45}.\sqrt{48} :: 119.123$, cioè che le quantità, o le velocità dell'acqua di quello ſperimento ſtanno in ragione dimezzata delle altezze. Più lontani da ciò che pretende concludere ſtanno i numeri ritrovati dal Barattieri,

CAP. V. Parte prima.

essendochè ne' di lui quatro numeri posti al numero IX. di questo 595. 891 :: $37\frac{1}{3}$. 86, ne' quali i due ultimi rappresentano la quantità dell'acqua, si trova $m = \frac{1753607}{3624016}$, di modo che dovendo, secondo a quanto pretende egli di concludere, essere $m = \frac{1}{2}$ non sarebbe in realtà che a un di presso $m = \frac{171}{362}$; contuttociò non è errore sensibile il prendere anco $\frac{171}{362}$ per $\frac{1}{2}$ attesi i tanti accidenti che possono aver alterata l'osservazione.

XVI.

Altra sperienza si legge in un Libro Anonimo stampato in Modena l'anno 1719 col titolo di *Ragguaglio di una Scrittura intitolata, Compendio ed esame del Libro pubblicato in Modena col titolo: Effetti dannosi che produrrà il Reno, se sia messo in Pò di Lombardia*. Trovasi dunque a carte 114 registrata l'infrascritta osservazione, fatta, come l'Autore ingenuamente confessa, per provare se in realtà reggeva lo sperimento del Castelli, per ottenere il che, ha esso preteso di rifare la stessa esperienza. *Si è preparato*, dic'egli, *una Cassa di legno larga per un verso un piede e mezzo di Parigi, e per l'altro un pollice di meno. Tre lati di questa Cassa sono alti 13 pollici e mezzo, e l'altro opposto al lato più largo è alto un solo piede; e ciò affinchè l'acqua possa riboccare dalla Cassa solo per quella parte &c. Si è inoltre preparato un canale rettangolo, pur di legno, chiuso da un capo, e aperto dall' altro, largo 11 linee, alto di sponda 5 pollici, e lungo piedi 2 e mezzo. Sarebbe necessario, ch' ei fosse anche due in tre piedi più lungo, poichè l'acqua, che come si vedrà, cade in questo canale, si tiene, ove cade, in una superficie assai bassa; indi cominciando a fluire per lo canale va gonfiandosi fino a un tal segno, oltre al quale, comincia poi a sgonfiarsi, e a correre con superficie di mano in mano più bassa &c. Si è dunque attaccato il prementovato canale con una delle sue sponde alla sponda più alta, e più larga della Cassa, e quasi presso il fondo di questa. Finalmente si erano fatte fare nove canne, o sifoni di latta al possibile in tutto e per tutto uguali, e piegati nella loro rivolta ad angoli retti, il loro ramo più lungo è un piede e quatro pollici, e il più corto è 14 pollici. Il diametro del loro vaso è di 5 linee &c. Fu la prima volta posto il canale col fondo orizontale al possibile, provedendo &c. fu data l'acqua &c.* ed avendo nel canale notati tre segni, cioè uno a mezzo in circa, un altro più vicino allo sboc-

co,

co, ed il terzo più verſo il cadere dell' acqua de' ſifoni, ma tutti e due in eguali diſtanze da quello di mezzo, ſegue poi: *L'altezza nel ſegno di mezzo competente a 4 canne fu 18 linee, e quella delle 9 canne fu circa 30 linee. L'altezza poi nel ſegno più diſcoſto allo sbocco, fu per le 4 canne circa 20 linee ed un quarto, e 33 $\frac{1}{4}$ linee per 9 canne. Finalmente l'altezza nella ſezione più preſſo allo sbocco fu circa 15 linee e mezzo per una canna, e 25 linee per le nove canne.*

XVII.

Scolio. Ponendo in ſerie le ſuddette oſſervazioni danno per i numeri delle altezze e per il numero delle canne

7	1
18 $\frac{1}{4}$	4
30	9

e per il Lemma del nnmero XIV di queſto eſſendoſi da cercare in qual ragione ſtiano i quatro numeri 7. 18 $\frac{1}{4}$. 1. 4. ſi trova che l'eſponente de' numeri rappreſentanti le canne è $\frac{4279033}{6020600}$ eguale proſſimamente a $\frac{7}{10}$, oppure a $\frac{2}{3}$, onde farà l'analogia 7. 18 $\frac{1}{4}$ :: $1^{\frac{2}{3}}$. $4^{\frac{2}{3}}$, ovvero 7^3. $\overline{18\frac{1}{4}}^3$ :: 1^2. 4^2. vale a dire, che i quadrati delle quantità ſtanno proſſimamente come i cubi delle altezze, ovvero, ch'è lo ſteſſo, che le altezze reſpettive ſtanno in duplicata ſubtriplicata ragione delle quantità.

Per la ſeconda oſſervazione ſono i numeri

Per le altezze	Per le quantità
8 $\frac{1}{4}$	1
20 $\frac{1}{4}$	4
33 $\frac{1}{4}$	9

Prendanſi gli ultimi qnattro numeri 20 $\frac{1}{4}$, 33 $\frac{1}{4}$, 4, 9, e mediante il Lemma, ſi trova l'eſponente delle quantità 4, e 9; $\frac{2153666}{3521825}$ eguale proſſimamente a $\frac{2}{3}$, onde le altezze dell'acqua corrente, notate al ſegno più diſcoſto dallo sbocco, ſeguono pure la proporzione di quelle di mezzo

Per la terza oſſervazione

Le altezze	Le quantità
6 $\frac{1}{2}$	1
15 $\frac{1}{4}$	4
25	9

Pren-

CAP. V. Parte prima.

Prendansi i quatro primi numeri $6\frac{1}{2}$, $15\frac{1}{4}$, 1, 4, e col Lemma si averà, che l'esponente delle quantità 1 e 4 dovrà essere $\frac{740713}{1204120}$ eguale prossimamente a $\frac{7}{12}$, e che meno delle altre due si accosta a $\frac{2}{3}$. Più si accostano i quatro ultimi numeri alla proporzione suddetta, essendochè hanno per esponente la frazione $\frac{2146702}{3521825}$ eguale assai più da vicino a $\frac{2}{3}$.

XVIII.

Segue l'Autore del Libro predetto a versare a carte 116 intorno ad altra osservazione per i canali inclinati, dic'egli: *Finalmente s'inclinò il canale dal suo capo aperto, dimodochè il suo fondo faceva coll'orizonte un angolo in circa di gradi sette e mezzo. Si rifecero le cose stesse. Le altezze assolute furono tutte minori delle altezze assolute ed omologhe trovate nell'altra sperienza; imperocchè nel segno di mezzo l'acqua di 4 canne fu solo circa otto linee e mezzo, ove nel sito corrispondente dell'altra sperienza fu 18 linee $\frac{1}{4}$. Così tutte le altre misure furono a proporzione minori &c. Imperocchè posta l'altezza delle 4 canne le solite 250 parti, trovossi in ogni segno quello di una canna 95 parti e 430 quella di 9 canne.*

XIX.

Scolio. Altezze osservate — numero delle canne

95	1
250	4
430	9

e prendendo i primi quattro numeri 95, 250, 1, 4, si trova che per esser in geometrica proporzione, devono i due ultimi 1, 4, aver l'esponente $\frac{1050541}{1505150}$ ch'è molto vicino ad essere $\frac{2}{3}$. L'esponente per li ultimi quattro dovrebb'essere $\frac{471057}{704365}$ esso pure non molto lontano dalli $\frac{2}{3}$, conchiude però l'Autore: *Nè solo allorchè il canale sta orizontalmente si manifestano in tale proporzione, vi corrispondono, e più tosto con maggior esattezza, ove il canale sia inclinato.*

Nell'

X X.

Nell'occaſione della viſita generale del Pò per l'affare del Reno fattaſi da i Commeſſarj del Pontefice, dell'Imperadore, e della Repubblica di Venezia, i Matematici Pontificj e Bologneſi per rilevare le velocità delle acque correnti, propoſero uno ſperimento, il riſultato di cui, tratto da i Protocolli autentici di eſſa viſita, quì ſi regiſtra, per farvi poi ſopra quelle rifleſſioni che migliori ſaranno riputate, onde venirſi in chiaro poſſibilmente di ciò che ſi cerca. Sotto adunque li 21 di Maggio 1721 in data della Poleſella, ſi trovano le infraſcritte oſſervazioni: *Il dopo pranzo ad iſtanza de' Signori Pontificj e Bologneſi ſi fece nella foſſa Poleſella il ſeguente ſperimento. Si preſe un vaſo di latta di once 10 in circa di altezza, di largbezza di 6 in 7 once, e di groſſezza di once una e mezzo in circa, nella cui ſponda più anguſta verſo la ſommità del vaſo è un picciol foro, di diametro minore di un punto di oncia, il qual foro ſi apre, tirando con un filo di ferro, una piccola laſtra di ottone adattata al medeſimo foro, e ſi chiude mediante una molla, che rallentato il filo lo reſtituiſce al ſuo ſito. Queſto vaſo ha nel piano ſuperiore un altro foro, a cui ſi adatta, mediante una vite con tubo di latta di diametro di un terzo di oncia in circa, mediante il quale l'aria del vaſo, communica con l'aria eſterna, e finalmente verſo la baſe ha un altro foro, che ſi chiude con turacciuolo a vite, e che ſerve per vuotare ſpeditamente l'acqua entrata nel vaſo, e di ſotto la baſe è impiombato, a fine che più facilmente reſti immerſo nell'acqua, e tutto l'iſtrumento ſi gira intorno un aſſe verticale di ferro, affinchè immerſo nell'acqua corrente ſi addatti alla durazione di queſta, rivolgendo il picciol foro al di lei corſo. Poſto dunque queſto vaſo nell'acqua corrente della Foſſa Poleſella, in ſito ove l'acqua era profonda p. 3:8:0 e immerſo in modo che il centro del foro reſtava ſotto la ſuperficie dell'acqua once tre, per quanto ſi poteva conoſcere; ed aperto il detto foro, ſi laſciò entrare in eſſo vaſo l'acqua per il tempo di 60 vibrazioni ſemplici di un pendolo lungo p. 2:4:7 in circa, e peſataſi l'acqua raccolta nel detto tempo con una ſtadera ordinaria, fu ritrovata once 11 ½ Bologneſi. Replicato poſcia lo ſperimento in profondità di un piede, ſi raccolſero nel medeſimo tempo libre una once 10 ½ di acqua. Terzo; in profondità di piedi 2 ½ ſi raccolſero once 31 ½ di acqua. Quarto; in profondità di piedi 2 ½ l'acqua raccolta fu once 33. Quinto; in profondità di piedi 2 ſi ebbe-*

ro

CAP. V. Parte prima.

ro once 29 ½. E' d' avvertire che in queſti ſperimenti fatti nella Foſſa Poleſella, l'acqua all' incontrar che faceva l'aſta di ferro, e il tubo di queſto ſtrumento, ſul qual tubo veniva determinata la quantità dell' immerſione del foro, ſi alzava alquanto, e laſciava qualche equivoco nella vera quantità dell' immerſione.

XXI.

Scolio. Sicchè dunque mediante queſta ſperienza ſi hanno due ſerie di numeri, la prima dinotante l'altezza dell' acqua, che reſtava ſopra del foro immerſo; e la ſeconda, che moſtra la quantità dell' acqua uſcita. Noi li porremo in due colonne per ordine, cominciando dalla minima immerſione.

Serie delle Oſſervazioni.	Altezze dell' immerſione ridotte in punti di oncia.	Quantità dell' acqua uſcita dentro lo ſteſſo tempo, ridotta in mezze once.
1	36	23
2	144	45
3	324	63
4	360	66
5	288	59

I quattro primi numeri, ſecondo il Lemma del numero XIV danno l'eſponente $\frac{6020600}{2914847}$ che vale quaſi 2; e per conſeguenza ſi dinota, che le altezze reſpettive 36 e 144 ſono come i quadrati delle quantità 23 e 45, ovvero, il che è lo ſteſſo, che le quantità, o le velocità ſtanno in ragione dimezzata delle reſpettive altezze. L'eſponente della terza e quarta oſſervazione è $\frac{457575}{2020341}$ cioè queſto parimenti quaſi 2; onde appare, che da tale ſperimento ſi doveſſe concludere, che le quantità delle acque uſcite dal fiume e ricevute dal foro nella fiaſca ſtiano in ragione delle radici quadrate delle reſpettive altezze, abbenchè l'acqua in cui fu fatta la ſperienza ſi moveſſe anche in ſuperficie, e con moto aſſai concitato, come da me ſteſſo, ch' ero preſente, fu veduto e conſiderato.

Segue

XXII.

Segue l'osservazione riferita nel Protocollo sotto il medesimo giorno. *Lo stesso sperimento si fece nel Pò vicino alla ripa sinistra di esso, poco sotto all'Osteria, essendo ivi l'acqua profonda p. 5:6:0; e parimente stando il foro immerso sotto alla superficie dell'acqua once tre, si raccolsero nel detto tempo di 60 vibrazioni dello stesso pendolo once 10 di peso, e rifatta la medesima sperienza altra volta si raccolsero once 12 $\frac{2}{3}$. Secondo; in profondità di piedi uno si ebbero once 23 $\frac{1}{2}$ di acqua. Terzo; in profondità di piedi 2 $\frac{1}{2}$, si trovarono di acqua once 31 $\frac{1}{3}$. Quarto; in profondità di piedi 2 $\frac{1}{2}$ si raccolsero once 33. Quinto; in profondità di piedi 2 si raccolsero once 30. Sesto; in profondità di piedi 4 si ebbero once 41; e finalmente replicato quest'ultimo sperimento si ebbero once 42.*

XXIII.

Scolio. Ridotte però in serie le dette osservazioni sono le seguenti:

Numero delle osservazioni.	Altezze delle immersioni.	Quantità dell'acqua uscita in mezze once.
1	36	20 ovvero 24
2	144	47
3	324	63
4	360	66
5	288	60
6	576	82 ovvero 84

Per il Lemma si trova che ne' primi quatro numeri 36, 144, 24, 47, li due ultimi 24, 47 devono avere per esponente $\frac{6020600}{2918867}$ quantità assai vicina al 2; ben più lontana di questo numero sarebbe, se in vece del 24 si avesse preso il 20, che rappresenta il peso rilevato nella prima osservazione. Prendendo poi i numeri della 4 e 6 osservazione 360, 576, 66 e 84, si trova che l'esponente di questi due ultimi per essere in proporzione geometrica, dev'essere $\frac{1020600}{523677}$ ch'è assai prossimo al binario.

XXIV.

CAP. V. Parte prima.

Seguono le osservazioni della detta Visita. *Parimenti si fecero li stessi sperimenti nell' acqua stagnante di un Tino, in cui era alta piedi 4 in circa, ed essendo immerso il centro del foro once 3 sotto la superficie dell' acqua, si raccolsero in 60 vibrazioni dello stesso pendolo once 11 di acqua. Secondo, in profondità di un piede si ebbero once 23 ½. Terzo, in profondità di piedi 2 ¼ si raccolsero once 32 ½ di acqua. Quarto, in profondità di once 24 si ebbero once 30 ½. Quinto, in profondità di once 2 ½ si trovarono once 34.*

XXV.

Serie delle osservazioni.	Altezze delle immersioni in punti d'oncia	Quantità dell' acqua uscita in mezze once.
1	36	22
2	144	47
3	324	65
4	288	61
5	360	68

Non vi è che da vedere i numeri di questa serie, e paragonarli con i respettivi ed analoghi delle serie precedenti per intendere, che ancor questi seguono le stesse proporzioni, ossendo quasi gli stessi affatto. Egli è per altro un fenomeno assai curioso, quello ch'è accaduto in queste sperienze, cioè l'aversi la stessa quantità di acqua e nella Fossa Polesella, e nel Pò, quando quella della Polesella era visibilmente più veloce di quella del Pò; e ciò che ancor maggior maraviglia reca si è, come la stessa quantità di acqua si ritragga ancora quando l'acqua è stagnante, allorchè il centro del foro resta immerso a pari altezza, come nell'acqua corrente, e pure non che le acque della Polesella e del Pò sotto della superficie, ma quella della stessa superficie correvano con un moto insigne. La cagione più probabile di questo fenomeno si accennerà al numero XVI della Parte seconda di questo Capitolo; in tanto si dà il rimanente della sperienza.

XXVI.

Si ebbe in oltre la curiosità di porre il centro del foro di detto vaso a fior di acqua nella prenominata Fossa Polesella per quanto fu

fu permeſſo dall' ondeggiamento e dalla reſiſtenza dell' acqua corrente, e ſi oſſervò che vi entravano pochè gocce in eſſo vaſo nel tempo delle 60 ſolite vibrazioni, onde non ſi determinò il peſo di eſſe gocce per eſſer giudicato inſenſibile. Poſto però il medeſimo vaſo nell' acqua ſtagnante col centro del foro corriſpondente alla ſuperficie dell' acqua, e laſciato immerſo, durante le ſolite 60 vibrazioni non entrò acqua nel medeſimo vaſo. Il celebre Padre Abate Grandi allo Scolio della Propoſizione 46 del Trattato *del movimento dell' acque*, dopo aver conſiderate le cauſe de' varj fenomeni accaduti nel raccoglierſi di queſt' acqua, conchiude con la ſolita ſua ingenuità, *di non aver voluto far fondamento ſopra tali ſperienze*, abbenchè da lui ſteſſo, e da me pure vedute ed attentamente oſſervate *in ordine allo ſtabilire la teoria della proporzione delle velocità in varie altezze dell' acqua corrente*, ma di averle volute dedurre da principj generali delle acque. Anche il chiariſſimo Sig. Manfredi, che pur ſi trovò preſente alle ſuddette ſperienze, nelle *Annotazioni* pubblicate ultimamente ſopra la *Natura de' fiumi* del Guglielmini all' Annotazione XII del Capo VII pag. 231 parlando della Fiaſca idrometrica del fu Dottor Nadi, con la quale furono fatti i detti ſperimenti, conclude dopo di aver eſpoſto il modo, con cui furono raccolte le varie quantità dell' acqua entrata pel foro: *imperocchè intendendoſi di cercare per ſimili eſperienze le velocità attuali dell' acqua, cioè quelle che hanno le parti di eſſa in virtù della forza che le produce, modificata dalle reſiſtenze degli oſtacoli, quando all' acqua ſi preſenta il foro, per cui ſi fa ſgorgare liberamente nel vaſo, le ſi toglie ogni oſtacolo, e le ſi laſcia concepire di nuovo quella velocità, che le può dare la forza movente (ſia la preſſione, ſia la diſceſa) ſenza alcuna reſiſtenza*, e perciò fuori del caſo di poterſi ottenere l'attuale velocità dell' acqua del fiume ſecondo le diverſe altezze, a norma di ciò che ſi voleva ritrovare.

CAP. V. Parte prima.

CAPITOLO QUINTO,
PARTE SECONDA.

Delle velocità delle acque correnti, esaminate con la palla a pendolo.

I.

ESSENDO stato indicato dal Castelli prima, e poi dal Guglielmini alla Proposizione IX. *Aquarum fluentium mensura*, che per indagare le velocità ne' fiumi potesse esser utile mezzo un pendolo, purchè la palla di questo fosse di natura di maggior specifica gravità dell'acqua, in cui si ha da immergere, non però, che tanto l'eccedesse nella detta specifica gravità, che riuscisse troppo resistente a gli urti dell' acqua, consistendo tutta l'osservazione nel notare a quanti gradi la palla resti deviata dal perpendicolo, cosa che facilmente si ottiene mediante un semicircolo, o quadrante, o altro strumento equivalente diviso in gradi. Lo stesso modo pure d'indagare la velocità viene insegnato dall'Ermanno nella *Foronomia*, ove tratta delle acque correnti; che però si è proccurato di ridurre all' atto l'idea, facendosi lo sperimento in varj luoghi del Pò, e di altri fiumi e con varie lunghezze di pendolo, e con varie immersioni di questo, ed abbenchè non si abbia ancora ottenuto quella precisione, che si desiderarebbe onde fissarsi le deviazioni ad una certa legge, nientedimeno la ricerca è gita tanto innanzi da potersene per ora contentare in una sì difficile materia. Ciò che per lo più mi è accaduto di osservare in tal proposito si è, che eguali crescimenti d' immersione danno nelle stesse lunghezze di pendolo eguali aumenti degli archi di deviazione, o ch'è lo stesso, crescendo le immersioni aritmeticamente, crescono pure aritmeticamente gli archi, ma però con differenze fra le immersioni, e gli archi affatto inconstanti, e diverse. Con un pendolo di lunghezza di piedi 6 di Ferrara, si è trovato, che immergendolo successivamente un piede per volta, gli archi andavano crescendo fino ad avere 9 gradi di differenza, qualche volta 7, 5 ed alcuna fiata anche con soli 3 in 4 gradi di differenza, e si è osservato, che il massimo angolo

golo di deviazione in tale lunghezza di pendolo arrivò a gradi 68: ma di ciò più diffusamente al numero XI. di questo. CAP. V. Parte II.

II.

Lemma. Per rilevare la ragione delle dette velocità col fondamento delle osservazioni de' pendoli sopradetti, conviene prima di ogni altra cosa dimostrare una proposizione di Statica, il che anco fece l'Ermanno, cioè: *Che le velocità delle acque correnti per gli alvei inclinati siano in ragione suddupplicata diretta del seno del complemento della distrazione del pendolo, e della tangente dell' angolo della medesima distrazione, e reciproca della differenza del seno del complemento della stessa distrazione col seno dell' angolo della inclinazione dell' alveo all' orizonte.* Sia l'orizontale GD, e GC sia l'inclinazione del fondo del fiume con l'orizonte, AG una perpendicolare al medesimo orizonte, ed AB il filo, a cui è raccomandata la palla B di materia un po più grave di altrettanta mole di acqua; NB è una parallela al fondo, e rappresenta un filo di acqua, che urta e tiene sospesa la palla. Sia BF parallela alla AG; PB parallela ad AE; ed il quarto di cerchio GBE passi per lo centro della palla B. L'angolo GDA è eguale all'angolo della inclinazione del piano BAF; l'angolo ADG è eguale agli angoli DGC, DCG, e perciò l'angolo DCG è eguale alla differenza degli angoli ADG e DGC, ovvero BAF e DGC, e per la Trigonometria sarà il seno della differenza di questi angoli a DG come il seno dell'angolo GDC a GC, e per tanto $GC = \frac{DG \times S.GDC}{S.BAF - DGC}$ (*S* significa seno) ma DG è la tangente dell' angolo GAD, e l'angolo GDC è il complemento dell'angolo ADG, ovvero BAF, adunque sarà $GC = \frac{S.BAF \times Tang.GAD;}{S.BAF - DGC}$ di più GC vale la forza dell'impressione fatta dall'acqua contro della palla B, essendochè risolvendo le azioni di questo grave così sospeso per resistere a gl'impeti dell' acqua, saranno le due AG, GC quelle ch'esprimeranno la risoluzione del moto, delle quali AG potendo dinotare la gravità assoluta della palla, che agisse nella linea perpendicolare, la GC dinoterà la forza, con cui il peso è sostenuto fuori della detta perpendicolare, supponendo sempre, che il filamento NB sia parallelo a GC, che rappresenta la direzione del fondo del fiume. Perchè poi le impressioni sono come i quadrati della velocità, secondo il sentimento di accreditatissimi Statici, adun- TAV. II. Figura 4.

CAP. V. Parte II. adunque le velocità saranno come $\sqrt{\frac{S.BAF \times Tang.GAD}{S.BAF - DGC}}$; il che era da dimostrarsi.

III.

Corollario. Se l'alveo del fiume, o la superficie di questo fosse orizontale, in tal caso divenendo l'angolo DGC=o sarebbe la velocità $=\sqrt{Tang.GAD}$; vale a dire nella ragione dimezzata della Tangente dell'angolo d'inclinazione, il che si dimostra anco nel modo che segue. Nel quadrante AGD sia la palla B tenuta sospesa dalla forza dell'acqua CB in B. Se sarà esposto il peso assoluto di essa palla per AG=AB=BF, e la forza dell'acqua per il sito B con la CB; sia poi prodotta AB fino che tagli la tangente GO nel punto O; sia pur condotta CF, e la tangente BE, che sarà perpendicolare alla CF: Per i simili triangoli AMB, BEF sarà il peso assoluto BF risolto ne i due BE, EF, e sarà BE il peso relativo, con cui la palla vuol discendere; dicasi CB forza assoluta dell'acqua $=f$, sarà per i triangoli simili AGO, CEB, CB=GO; dunque essendo $f=muu$, cioè la forza come la massa nel quadrato della velocità, ed essendo data e costante m, sarà $f=uu=GO$, dunque $u=\sqrt{GO}$; il che ec. E' manifesto che CE dinota la forza dell'acqua per far tendere il filo AB, come EF rappresenta la resistenza del medesimo, riportata al peso, che lo tende.

TAV. II. Figura 5.

IV.

Scolio. Il Guglielmini alla Prop. IX. del Libro *Aquarum fluentium mensura*, stabilisce questa velocità in ragione delle tangenti del medesimo angolo, esprimendosi: *Quare si superficies aquæ vel nullo modo, vel insensibiliter sit ad horizontem inclinata, quam proportionem habebunt tangentes angulorum inclinationis, eandem habebunt & velocitates.* Ciò nasce per aver egli stabilito come principio; Che le potenze sieno come le tangenti degli angoli d'inclinazione, quando che, rappresentandosi per esse potenze le velocità, e per le tangenti le impressioni dell'acqua, stanno i quadrati di quelle come queste, secondo i più veri principj della Statica, almeno per quanto sono io persuaso, documentato da molte osservazioni ed esperienze, ed assicurato da raziocinii de' più celebri Matematici del passato, e del presente secolo. Lo stesso Sig. Manfredi nelle *Annotazioni* al Libro della natura de' fiumi *Annotazione* XII. stabilisce almeno ne' fiumi insensibilmente

decli-

declinanti col loro fondo dall'orizontale, che le *tangenti degli angoli delle deviazioni dal perpendicolo* debbano ſtare fra loro, come i quadrati delle velocità dell'acqua. CAP. V. Parte II.

V.

Per ridurre al concreto quanto ſi è dedotto in ordine a rilevarſi le velocità col mezzo delle palle ſoſpeſe da fili, ſia il fondo del fiume, o una linea a queſto parallela, o orizontale, o inſenſibilmente inclinata all'orizonte BS; La ſuperficie della di lui acqua corrente ſia φY, ed A ſia il centro del moto del pendolo, che ſopra è deſcritto; La lunghezza del filo ſia AB, e queſta non oltrepaſſi l'altezza φB, è chiaro, che in queſto ſito non ſi potrà già egli fermare a cagione del corſo dell'acqua, che ſi ſuppone diretto da B verſo S; tenuto però fiſſo in A dovrà aſcendere la palla fino v. g. in C; deſcrivendo con queſto moto l'arco di circolo BC. Sia da queſto punto C condotto il ſeno retto KC dell'angolo di queſta deviazione, che ſi produchi verſo Q, facendo QK= $u=\sqrt{BS}$ per il numero II e III di queſto, vale a dire, eguale alla dimezzata della tangente di queſto medeſimo angolo, ch'è la BS; ſarà Q un punto alla curva della velocità ricercata. S'innalzi poi A1V il pendolo per la ſeconda oſſervazione, e ſtante l'impreſſione dell'acqua, deſcrivi in queſto ſito l'arco 1H1O; dal punto 1O ſi conduchi il ſeno retto 1O1γ, e ſi produchi fino in R, coſicchè 1R1γ ſia come la dimezzata della reſpettiva tangente dell'angolo di deviazione B1G, il che ſi otterrà col condurre 1O1C parallela ad AB, fino che tagli l'arco BC in 1C (e così degli altri punti 2C, 3C, 4C, 5C, 6C) e ſarà il punto 1R un altro punto della curva delle velocità, riſpondente a queſta ſeconda ſtazione. Dipoi s'innalzi il centro del moto del pendolo ſucceſſivamente in 2V, 3V, 4V ec. e l'impreſſione dell'acqua faccia ſalire la palla per gli archi 2H2O, 3H3O, 4H4O, da tutti i quali punti 2O, 3O, 4O ſi conduchino pure i reſpettivi ſeni retti 2O2γ, 3O3γ, 4O4γ, e ſi produchino in 2R, 3R, 4R, coſicchè queſte linee ſtiino reſpettivamente in dimezzata delle tangenti preſe, come ſopra B2G, B3G, B4G, e ſaranno per le coſe dette, tutti i punti R alla medeſima curva delle velocità per i fiumi orizontali. La coſtruzione della qual curva, e proprietà di eſſa ſaranno regiſtrate ne' numeri ſeguenti. TAV. II. Figura 6.

VI. *Sco-*

CAP. V. Parte II.

VI.

Scolio. Sopra di che è da notarsi, che abbenchè la palla raccomandata al filo in A sia tenuta in tanta lunghezza di questo, da poter anche arrivare al fondo B del fiume, ciò non ostante, venendo ella dal corso dell'acqua spinta fino in C, nel caso cioè della prima stazione, o sia nella massima di lei immersione, è trattenuta da una costante forza a quell'altezza. Nasce questa forza dall'azione de' filamenti dell'acqua KC, che insieme formano un cilindro, il di cui diametro è quello appunto della palla, e dopo ch'è posta in equilibrio nulla vi contribuiscono gli altri filamenti posti fra K ed il fondo B, che però non si potrà con un dato e costante peso di palla in una sola osservazione, misurare le velocità dell'acqua sotto del detto punto K per tutta l'altezza KB. Egli è ben vero, che rilevata la natura della curva delle velocità Q1R 2R 3R ec. si potrà continuarla dall'una e l'altra parte quanto occorrerà, e che per conseguenza si potranno determinare ancora le velocità competenti allo spazio fra K e B, supposto sempre che non si variino le circostanze, e che le resistenze del fondo non entrino ad alterare le leggi di dette velocità vicino al fondo.

VII.

Per aversi la natura di questa curva delle velocità si chiami $AB=1V1O=2V2O=3V3O$ ec. $=a$, $BK=x$, $KC=y$, $BG=t$, sarà per le tangenti del circolo $t=\frac{a\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$, $QK=u$. Perchè dunque $u=\sqrt{BG}=\frac{\sqrt{a}\times\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$ sarà l'equazione $a^4u^4-2au^4x+u^4xx=2a^3x-aaxx$, onde la curva ricercata sarà una specie d'iperboloide, che averà per asintoto una perpendicolare, che s'innalzerà sopra un punto dell'asse AB, e sarà quello, per cui passerà il seno tutto del quarto di circolo, che descriverebbe la palla, se per impossibile la forza dell'acqua, posto il centro del moto sotto A, cioè sotto alla superficie dell'acqua v. g. in 4H, fosse capace di tenerla sospesa col suo filo nel sito orizontale: il detto asintoto dunque sarebbe 4HQM, e taglierebbe la curva fra Q ed IR, e dipoi, prodotto che fosse indefinitamente, si avvicinarebbe sempre alla curva QN senza mai toccarla; essa curva sarà una specie di *anguinea*, le di cui ordinate saranno sempre in ragio-

gione compoſta dimezzata diretta del ſeno corriſpondente, e della lunghezza del pendolo, e reciproca della ſubquadruplicata della differenza de' quadrati della medeſima lunghezza del pendolo, e del medeſimo ſeno corriſpondente. Le dette ordinate dovendoſi porre con intervalli creſcenti ſecondo una data ragione, ſecondo il variar delle immerſioni del pendolo, ſi dovrà pur diverſificare la ſpecie della curva delle velocità, onde per ſervirſene nel caſo delle oſſervazioni ſopra di qualche fiume, baſterà poterla deſcrivere per punti, a miſura della varietà di eſſe oſſervazioni, ſecondo i varj angoli della deviazione, che compariranno nella diverſa immerſione.

VIII.

Corollario. E perchè $\frac{\sqrt{a}\sqrt{2ax-xx}}{a-x} = \frac{\sqrt{ay}}{\sqrt{\sqrt{aa-yy}}} = u$ ſe $y=a$, cioè ſe la forza teneſſe la palla ſoſpeſa orizontalmente, diverrebbe l'eſpreſſione $\frac{\sqrt{aa}}{0} = u = \infty$, cioè a dire, che vi abbiſognerebbe di una forza infinita per tenerla in tal poſitura ſoſpeſa; e ſe $y=0$, cioè allor quando la velocità foſſe nulla, ſi cangerebbe la formola in $\frac{a}{\sqrt{\sqrt{aa}}} = u = 0$, e perciò in tal ſuppoſizione di niuna forza abbiſognerebbe, ed in tal caſo la curva di queſte velocità comincierebbe nell'aſſe AT.

IX.

Sia la ſuperficie del fiume la φY, la quale, ſecondo le oſſervazioni, correndo con moto più tardo degli altri ſtrati di acqua più verſo del fondo, come ſarebbe in grazia di eſempio de' ſtrati, che paſſano per 4γ, 3γ, 2γ ec. ne deriva, che ſe verrà concepito, che l'acqua continuaſſe in altezza viva verſo T, doveſſe finalmente arrivare ad un punto 1V, ovvero 2V, 3V ec. in cui l'acqua niente ſi moveſſe, e ciò accaderebbe ogni qualvolta il moto di eſſa ſi faccia col mezzo della preſſione, o pure, ch'è lo ſteſſo, l'altezza φ1V equivalerebbe alla differenza, che correrebbe fra l'altezza della conſerva, che ſomminiſtraſſe nel ſuo principio l'acqua al fiume, e la data ſuperficie corrente, come ordinariamente viene ſuppoſto dagli Idrometri. Cercando dunque le eſpreſſioni analitiche di queſte altezze, e paragonandole con le reſpettive ordinate Rγ, ſi averà la ragione, che correrà fra eſſe altezze e le velocità, ch'è

CAP. V. Parte II. la ſolita e neceſſaria ricerca di chi maneggia la dottrina delle acque. Se noi foſſimo contenti di far il paragone fra le velocità, e le reſpettive altezze vive dell'acqua, che terminano in φ, avreſſimo una falſa analogía, eſſendochè ſe muoveſi l'acqua della ſuperficie, egli è ſegno evidente, che un'altra forza ſtia ſopra di quella, e così ſucceſſivamente ſino alla quiete: ecco l'idea generale per averſi le altezze compreſe fra il ſeno retto della deviazione, allorchè la palla è nella maſſima ſua immerſione, ed il punto della quiete, di cui ſi è parlato. Dicaſi il numero de' gradi della maſſima deviazione del pendolo n, la differenza de' gradi per ogni nuova immerſione chiamiſi p; ſia q eguale alla differenza fra la maſſima e la minima immerſione, ſarà $\frac{n}{p}$ la parte da aggiongerſi al ſeno del complemento dell'angolo di deviazione, che ſi dinoterà per m, e la quantità $\frac{n}{p}$ ſarà eſpreſſa nelle parti del raggio, o del pendolo, che per maggior facilità ſi può intender diviſo in ſei parti eguali, ſarà dunque AK + AT — TIV (= AB), avvertendo, che AK diventerà ſucceſſivamente 1γ1V, 2γ2V, 3γ3V ec. $m+\frac{n}{p}-a$ per il punto K, e per gl'altri caſi, eſſendo AK, $m-q$ ſarà per conſeguenza la ricercata altezza per tutte le poſiture $m-q+\frac{n}{p}-a$, e la ragione della velocità all'altezza ſarà come $\frac{\sqrt{ay}}{\sqrt{\sqrt{aa-yy}}}$ ad $\overline{m+\frac{n}{p}-q-a}\Big|^{b}$ potendo b eſſer qualunque numero intiero o rotto da determinarſi da' fenomeni.

TAV. II. *Fig. 6.*

X.

Scolio. Indicato, come ſi diſſe, dal Caſtelli, dal Guglielmini, e dall'Ermanno queſto modo di rintracciar la ragione delle velocità ne' fiumi, in certa occaſione che io ebbi fino dall'anno 1717, feci nel Po i più eſatti ſperimenti, che mi fu permeſſo: Avendo dunque preparato una palla di legno, di groſſezza di once una e mezzo in circa, nella quale era anco ſtato infuſo in una cavità, ch'eraſi fatta dentro di eſſa, del piombo liquefatto; queſta palla veniva poi raccomandata al centro d'uno ſtrumento graduato col mezzo di un filo di ſeta, indi ſervendoſi di un picciolo pendolo raccomandato al medeſimo centro, tenevaſi diſpoſto a piombo il piano dello ſtrumento, e ſempre diretto parallelo al corſo del fiume, di modo che la palla portata dal corſo dell'acqua ſi veniva a diſpor-

re

re al ſuo equilibrio, ed il filo, a cui era raccomandata, mar- CAP.
cava con ſufficiente preciſione gli angoli della deviazione; quello V.
che potei oſſervare nelle tante eſperienze fatte in detta viſita fu, Parte II.
che abbaſſando il centro del moto con dati ed eguali intervalli, ed immergendoſi però per altrettanto ſpazio la palla, gli archi deſcritti dalla medeſima andavano creſcendo con eguali incrementi. Si noteranno nella ſeguente Tavola fedelmente tutte le oſſervazioni allora fatteſi, con tutte le circoſtanze di lunghezza di pendolo, e di altezza dell'acqua, ſopra i cui praticavanſi gli ſperimenti, attribuendoſi qualche differenza degli accreſcimenti degli archi alla difficoltà, che d'ordinario accompagna le oſſervazioni. Saranno poſti nell' ultima colonna i gradi corretti de' medeſimi archi.

XI.

Tavola delle oſſervazioni per le velocità.

Luoghi delle oſſervazioni	Altezze vive delle Sezioni.	Lunghezze del pendolo ſino al centro della palla.	Varie immerſioni della palla ſotto la ſuperficie dell'acqua.	Gradi corriſpondenti ſecõdo le varie immerſioni.	Gradi corriſpondenti corretti.
A Creſpino li 12. Maggio 1717.	p. 24.	p. 6	5	68	70
			4	60	60
			3	50	50
			2	40	40
ivi lo ſteſſo giorno	p. 26.	p. 6	5	66	66
			4	57	57
			3	48	48
			2	40	39
Dirimpetto la Chiavica di Raccano. 14. detto.	p. 33. 7.	p. 6	5	64	64
			4	56	56
			3	48	48
			2	40	40
Nel Pò delle Fornaci ſotto le Papozze. 12. detto.		p. 6	5	64	64
			4	56	56
			3	48	48
			2	40	40
Dirimpetto la Chiavica di Raccano. 14. detto.	p. 19. 5.	p. 6	5	57	59
			4	50	50
			3	41	41
			2	32	32
ivi lo ſteſſo giorno.	p. 14. 1.	p. 6	5	51	50
			4	46	45
			3	40	40
			2	35	35

Segue la Tavola antepoſta.

CAP. V. Parte II.

Po di Ariano alla Caſa Gilioli. 12. Maggio 1717	p. 8. 8. 8.	p. 6	5 4 3 2	47 42 36 26	48 42 36 30
ivi lo ſteſſo giorno	p. 9. 5. 11.	p. 6	5 4 3 2	47 42 36 26	47 41 35 29
Creſpino 12. detto.	p. 10. 7. 3.	p. 6	5 4 3 2	46 41 34 28	46 40 34 28
Po di Ariano alla Caſa Gilioli. 12 detto.	p. 9. 7. 7.	p. 6	5 4 3 2	45 40 35 28	45 40 35 30
ivi lo ſteſſo giorno	p. 8. 0. 3.	p. 6	5 4 3 2	41 37 34 29	41 37 33 29
Papozze li 9 detto	p. 27. 3. 9.	p. 6	5 4 3 2	35 30 25 20	35 30 25 20
Po di Ariano alla Torre Panfilia.	p. 10.	p. 6	5 4 3 2	33 27 23 18	33 28 23 18
Papozze 9. detto.	p. 18. 4. 9.	p. 6	5 4 3 2	30 25 20 17	30 25 20 15
ivi li 9. detto.	p. 12. 9. 10.	p. 6	5 4 3 2	23 20 18 15	24 21 18 15
		p. 6	5 4 3 2	15 12 9 6	15 12 9 6
		p. 6	5 4 3 2	5 4 3 2	5 4 3 2

Rima-

XII.

Rimane da ſupputare la ragione delle velocità riſpetto alle correſpondenti altezze, in qual proporzione cioè ſtia $R\gamma$ a γIV, il che ſi ricaverà dalla formola poſta al num. IX. di queſto, ch'è $\frac{\sqrt{ay}}{\sqrt{\sqrt{aa-yy}}}$ a $m+\frac{n}{p}-q-a$, e prendendo a conſiderare la maſſima e la minima deviazione di ciaſcheduna oſſervazione, ſervendoſi delle intermedie per rilevare con qual differenza progrediſcono gli archi, onde averſi il punto di quiete IV ec. Si è dunque calcolata la ſeguente Tavola, in cui la prima colonna contiene gli archi maſſimo e minimo di deviazione; La ſeconda le velocità; La terza le reſpettive altezze; La quarta l'eſponente delle medeſime altezze, ricavato mediante il Lemma del numero XIV. della prima Parte di queſto Capitolo, onde poi reſtano, ſecondo il medeſimo eſponente, proporzionali le altezze, e le dette velocità; La quinta colonna contiene proſſimamente in numeri rotondi il detto eſponente; e la ſeſta finalmente eſprime i gradi compreſi ſecondo le diverſe proporzioni, che ne emergono.

Segue la Tavola.

Gradi di deviazione.	Velocità corrispondenti.	Altezze razionali corrispondenti.	Frazioni, che esprimono l'esponente dell' altezze.	Numeri prossimi di esse Frazioni.	Gradi compresi secondo le diverse proporzioni.
70 40	524 289	50866 43246	2574276/704907	7/2	dal 70 al 66
66 39	474 285	62891 49921	2214452/1003070	2	dal 66
64 40	452 289	77172 59912	1939320/1099492	2	al 60
60 36	416 269	74999 55879	1885789/1278247	3/2	dal 60
59 32	399 250	60751 44041	2026446/1396990	3/2	al 50
50 35	345 264	130944 98564	1153953/1232389	1	dal 50
48 30	333 240	100242 69922	1419536/1562663	1	
47 29	328 236	115420 84670	1430901/1444762	1	
46 28	317 230	97246 66056	2093319/2144821	1	
45 30	316 240	120710 86590	1190830/1442396	1	al 41
41 29	295 239	146280 108280	910965/1307201	2/3	dal 41
40 27	289 216	109912 73952	1275739/1720595	2/3	
35 20	264 191	98566 60626	1420856/2110848	2/3	
33 18	255 180	93849 55099	1503871/2313152	2/3	
30 15	240 164	86590 46580	1667020/2692682	2/3	al 24
24 15	211 164	124672 79912	1102689/1929169	1/2	dal 24
15 6	164 103	79912 32954	2032526/3847457	1/2	
5 2	93 59	82954 33274	1994330/3967636	1/2	al 2

XIII.

Sia da rintracciarſi mediante la palla ſoſpeſa ad un quadrante, come ſi è eſpoſto ne' numeri ſuperiori, lo ſpazio percorſo dall' acqua in qualunque dato tempo. Si prenda con la maggiore poſſibile eſattezza in una data profondità di acqua corrente l'angolo di deviazione del pendolo, avvertendo che reſti profondato ſotto la ſuperficie del fiume il meno che ſia poſſibile, di poi con un eſatto orologio alla mano, poſto prima un galleggiante nel filone del fiume, nel ſito della prima oſſervazione, ſi noti dentro un dato tempo il viaggio che farà eſſo galleggiante, ed in grazia di eſempio abbia fatto in un'ora miglia due, il che ſi potrà raccogliere dal tempo conſumato nel fare 200 paſſi, o qual altro numero de' medeſimi ſi vorrà, ſenza aver la pena di accompagnarlo per tutto lo ſpazio de i due miglia; in ragione dunque di mille paſſi geometrici per miglio, ſaranno per li due miglia once 120000, che diremo *s*; L'angolo della deviazione ſia FAE di gradi 20, il di cui ſeno retto DG, ed il ſeno tutto AF o AG, onde ſi deduce, che dove l'acqua ha forza di ſpinger oltre il galleggiante per lo ſpazio *s*, la palla ſi diſcoſta dalla perpendicolare in quella data altezza per gradi 20. Sia ora o nel medeſimo o in altro fiume da rilevare per un altro dato angolo di deviazione FA*g* quanto cammino faccia l'acqua, dico che queſto ſarà ſempre in ragion compoſta della diretta del primo ſpazio *s*, e dimezzata della tangente F*e* di queſto ultimo angolo di deviazione, e reciproca pur dimezzata della tangente FE dell'angolo di deviazione della prima oſſervazione radicale in parità di tempi: imperocchè le velocità de' fiumi per il numero V. di queſta ſeconda Parte ſono in ragione dimezzata delle tangenti degli angoli di deviazione, e per eſſer ne' fiumi (come ſi dirà a ſuo luogo) equabile il moto loro progreſſivo, ſaranno i ſpazj percorſi, come le velocità, onde la velocità radicale della prima oſſervazione allo ſpazio percorſo, ſarà come la velocità dell'ultima oſſervazione allo ſpazio, che ſi ricerca, o pure la dimezzata della tangente F*e* al ricercato ſpazio; che però queſto ſarà in ragione compoſta della diretta dello ſpazio *s*, e della dimezzata di F*e*, ed inverſa pur dimezzata di FE, come ſi è detto.

CAP. V. Parte II. TAV. II. *Fig.* 7.

XIV.

Scolio. Riduciamo la coſa all'eſempio, ſupponendo la deviazione del pendolo nella ſeconda oſſerv. zione eſſer di gradi 55. Per i trian-

CAP. V. Parte II. i triangoli ſimili ADG, AFE ſarà come la ſecante AE al raggio AF, così AF=AG al ſeno del complemento AD, che però AD ſarà (fatto il calcolo) eguale a parti 95300 delle 100000, in cui s'intende diviſo il raggio, e per la medeſima ragione *Ad* ſarà di quelle parti 58170. Sarà parimenti come queſto ſeno del complemento al ſeno retto DG, così il raggio alla tangente FE, onde pel primo caſo ſarà FE eguale a parti 36410, e la *Fe*=142700, e la radice di FE ſarà 191 in circa, e quella di *Fe*, 378, quindi lo ſpazio ricercato ſarà $\frac{120000\times378}{191}$ = a paſſi 3960, onde l'acqua in queſto ſecondo ſtato camminerebbe in un'ora quaſi il doppio della prima; dovendoſi avvertire, che ſe l'eſperimento ſi farà nel medeſimo fiume, lo ſpazio che ſi ritroverà, competerà a que' filamenti di acqua, che riſponderanno al ſito ſotto della ſuperficie, ove ſi troverà la palla; e ſe lo ſperimento ſi praticherà in altro fiume, ſi dovrà pure aver riguardo al detto ſito, o veramente procurare, che la palla ſtia il più che ſia poſſibile vicina alla ſuperficie, ſenza però che mai reſti nell'orizonte di queſta.

XV.

Scolio II. Dovendoſi nel fatto de' fiumi concretare qualche coſa di poſitivo in tanta varietà di oſſervazioni, che ſi ſono riportate in riguardo delle velocità, non ſi tralaſcierà di avvertire, quanto in tal propoſito ſi reputa più conforme al vero. Credè il Caſtelli eſſer le velocità delle acque correnti nella ſemplice ragione delle reſpettive altezze, ma la di lui ſperienza riferita da noi puntualmente al numero II. della prima Parte di queſto Capitolo, viene riputata dalla maggior parte de gl'Idrometri, come mancante della neceſſaria eſattezza; anzi l'Autor Modaneſe, di cui abbiamo fatta menzione, avendo rifatta la ſteſſa ſperienza con qualche variazione però delle circoſtanze, come ſi è notato al num. XVI e ſeguenti della detta prima Parte, non ritrovò in fatti, quanto aveva dedotto il Caſtelli, ben rilevò dalle ſue oſſervazioni, che le altezze dell'acqua corrente ſteſſero fra di loro nella duplicata ſubtriplicata della quantità dell'acqua, e per conſeguenza, che le velocità ſiano come le radici quadrate delle reſpettive altezze, eſſendochè le quantità dell'acqua ſtanno fra di loro come le altezze e le velocità, conſiderandoſi la larghezza della ſezione, come data e coſtante. Sopra queſto particolare nientedimeno quando lo ſperimento del Barattieri riferito al numero

mero VIII. della ſteſſa prima Parte ſia ſtato praticato con le dovute cautele, potrebbe molto contribuire per farci accoſtare al vero, eſſendo ella ſtata una oſſervazione reale fatta in un condotto con un Regolatore, dove gli ſperimenti del Caſtelli, e dell' Anonimo Modaneſe ſono ſtati eſeguiti in piccioli canali. Il maggior ſcrupolo che io aveſſi nell' oſſervazione di eſſo Barattieri ſarebbe il ſapere ſe in fatti egli laſciaſſe, che le acque ſi bilanciaſſero nel condotto, ridotto che l'ebbe alla piena, come era ben neceſſario per rettamente dedurre gli effetti dello ſperimento, e ſe oſſervaſſe nel medeſimo condotto inferiormente al Regolatore, l'acqua ſcemata, e creſciuta di altezza viva, ſenza le quali avvertenze non può concludere la di lui ſperienza, come che ſupporrebbe ſenza fondamento alcuno, che tutta l'acqua, che paſſava pel Regolatore avanti che foſſe chiuſo, paſſaſſe ancora dopo eſſerne ſtata chiuſa la metà, il che, come ſi è detto, dipende dall' aver oſſervato, ſe nel canale ſotto del Regolatore veniva alterata l'altezza dell'acqua, giacchè probabilmente per ridurſi a ſcaricare la medeſima quantità, doveva ſuperiormente ſtare per qualche ſpazio di tempo ſul creſcere; con tutto ciò può darſi, che abbia egli fatte tutte le opportune diligenze, abbenchè non le abbia regiſtrate nel ſuo Libro; il che ſuppoſto, concluderebbe la di lui oſſervazione, che le altezze dell' acqua foſſero in dimezzata delle reſpettive quantità dell' acqua, che paſſa per una data ſezione. Ciò che merita del rifleſſo intorno allo ſtabilimento della legge delle velocità in riguardo alle altezze ſi è quel tanto, che viene regiſtrato nella Raccolta di Bologna, come ſi è conſiderato al num. X. della prima Parte di queſto Capitolo, mentre quelle oſſervazioni furono fatte con l'aſſiſtenza di celebri Matematici, fra quali il Caſſini; reſtando pur anche avvalorata la probabilità della propoſizione dall' uſo, che ne fece il Montanari in tutti i ſuoi calcoli delle acque, come ſi è notato al numero ſteſſo, ſapendoſi che queſto chiariſſimo Matematico aveva in uſo di non ſervirſi delle nude ipoteſi, ma delle medeſime volerne con ſcrupoloſe oſſervazioni i più accertati fondamenti.

CAP. V. Parte II.

XVI.

Scolio III. Da che il Torricelli, il Merſenno, il Mariotte, il Guglielmini, ed altri oſſervarono ne' vaſi, che ſcaricano dell' acqua per fori in eſſi aperti, eſſere la proporzione delle velocità in dimezzata delle reſpettive altezze, ſi preteſe di dedurre, che la

CAP. V. Parte II.

ſteſſa ragione debba pur verificarſi anco nelle acque correnti, conſiderando che ne' fiumi orizontali, all'altezza dell'acqua ne' vaſi poteva eſſer analoga, e produr lo ſteſſo effetto, l'altezza viva del fiume, e ne' fiumi inclinati riſpondere all'altezza dell'acqua ne' vaſi l'altezza che vi è fra un punto dell'altezza viva di quel fiume e l'orizontale, che paſſaſſe per l'origine dello ſteſſo fiume; veggaſi di ciò il Trattato del Guglielmini, *Aquarum fluentium menſura* nelle propoſizioni II. del Libro ſecondo e terzo; nientedimeno non ben pare adattabile l' analogia predetta de' vaſi, che ſi ſcaricano per i fori con le acque correnti; imperocchè ſembra, che anche il moto già concepito dall'acqua nel cammino poſſa alterare non poco la velocità, che dalla ſemplice preſſione foſſe per naſcere: nè gli ſperimenti regiſtrati nella parte prima di queſto Capitolo dal numero XX. al XXIV. praticati nel Pò e nella Foſſa Poleſella nell'incontro della viſita 1721 poſſono in verun conto ſtabilire la detta propoſizione, cioè che le altezze nelle acque correnti ſiano come i quadrati delle velocità, mentre che dalle ſteſſe oſſervazioni ſi rileva ſeguire dal pari gli ſteſſi fenomeni in ordine alla quantità dell'acqua e nell'acqua corrente, e nella ſtagnante, coſa che mal ſi può adattare a due coſe aſſai differenti; anzi per poco che vi ſi attenda, ſi può ſcoprire il fondamento dell'equivoco dell'eſperimento, avvegnacchè opponendoſi l'immerſa fiaſca idrometrica alla correntia dell'acqua con una faccia o fronte larga da due once in circa, e fermandoſi queſta normalmente al corſo, obbliga tutti i filamenti dell'acqua che in queſto urtano, a fermare il loro corſo, ed i filamenti ſuperiori nella medeſima altezza viva dell'acqua, altra forza verſo di queſti trattenuti non eſercitano, che quella della ſemplice preſſione. Per tanto egli è lo ſteſſo, come ſe in fatti l'acqua del fiume per rapporto all'acqua, che entra nella fiaſca, ſteſſe ſtagnante, ed uſciſſe pel foro di un vaſo: onde la ſuddetta benchè ingegnoſa oſſervazione non può farci conoſcere il ricercato grado del moto delle acque correnti.

XVII.

Scolio IV. Non pare che un tal equivoco poſſi accadere ſervendoſi per l'eſame delle velocità, della palla, di cui ſi è detto, mentre il muoverſi, che fa eſſa intorno al centro del pendolo, fa che tanto ſi ſcoſti dal perpendicolo, quanto importa il pareggiarſi de' momenti fra il corſo dell'acqua, ed il peſo reſpettivo della

della palla, e per conſequenza reſta manifeſto, che l'angolo di deviazione può ſervir di fondamento per un giuſto calcolo delle velocità. Noi al numero I. di queſto Capitolo, abbiamo trovato, che gli archi di deviazione in eguali immerſioni della palla, vanno creſcendo aritmeticamente, e fino a che altri più accurati di noi non ci moſtrino altra progreſſione di queſti archi, ci ſarà lecito di attenerſi a quanto abbiamo eſpoſto nella Tavola regiſtrata al numero XII. di queſto. In queſta dunque ogn'uno può chiaramente vedere, che le leggi del moto nelle acque correnti non ſono ſempre le ſteſſe, e ſe vogliamo ſpiegare queſto moto con la forza della preſſione, il che pare aſſai conſentaneo alla verità, noi vediamo dalla detta Tavola; Primo, che ſe il moto dell'acqua è aſſai intenſo, vale a dire, ſe immerſa la palla ſotto la ſuperficie dell'acqua per piedi cinque, ſi ottiene un arco di 70 gradi, e ritratta poi così che reſti ſolo immerſa un piede, abbiaſi un arco di gradi 40, con differenza di gradi 10 per ogni piede d'immerſione, noi vediamo dico, che le altezze preſe dalla quiete perchè ſucceda con la forza della preſſione il detto moto, ſtanno in ragione ſettuplicata dimezzata delle corriſpondenti velocità, ed accoſtarſi aſſai alla ragione quadruplicata. Secondo, ſe il maſſimo arco è gradi 66, ed il minimo 39, e che le differenze ſieno di 8 in 9 gradi per ogni nuova immerſione, in tal caſo le velocità ſtanno come i quadrati delle altezze. Terzo, ſe il maſſimo arco è 64, il minimo 39, e le differenze degli archi parimenti di 8 in 9 gradi per ciaſcuna immerſione, ſaranno le velocità in triplicata dimezzata delle altezze. Quarto, ſe il maſſimo arco è 50, ed il minimo 30 e la differenza degli archi di gradi 5 in 6 per immerſione, ſtanno le velocità nella ſemplice ragione delle altezze, come vogliono il Caſtelli, il Barattieri, il Montanari, ed i Raccoglitori di Bologna. Quinto, ſe il maſſimo arco è 41, ed il minimo 15, con differenza da arco ad arco di gradi 4 in 5, allora le velocità ſono in ragione duplicata ſubtriplicata delle altezze. Seſto, ſe il maſſimo arco ſarà gradi 24, ed il minimo gradi 2, con differenza fra arco, ed arco di gradi uno fino a tre, ſaranno le velocità come le radici quadrate delle altezze, come vogliono il Guglielmini ed altri rinomati Autori. Da tutto ciò ſi raccoglie verificarſi in realtà nelle acque correnti tutte le ipoteſi fin ora corſe fra gli Idrometri, e molte altre ancora non conſiderate oltre di queſte. Per tanto ſe il fiume corre molto veloce, e le differenze fra ar-

CAP. V. Parte II.

CAP. V. Parte II. co e arco, dentro però le circoſtanze con le quali ſi ſono fatte le noſtre oſſervazioni, regiſtrate nella Tavola del numero XI. di queſta ſeconda parte, ſtanno come ivi ſi ſono notate, converrà nel calcolo delle velocità ſervirſi delle ragioni rilevate nell' altra Tavola del numero XII. Se il fiume corre lento, ſervirſi dell'ordinaria dimezzata delle altezze, e ne' moti che non ſono gran fatto tardi, nè gran fatto concitati converrà adoprare le altre ragioni, parimenti notate in eſſa Tavola. Egli è ben vero, che un ſolo punto di *ſublimità* o di quiete del fluido non può ſervire per tutta la ſezione; mentre in queſta potrà tal acqua correre con differenze tali di archi, che ricerchino tutti diverſe proporzioni; quindi per averſi una velocità media, converrebbe in una data ſezione rilevare con quali differenze andaſſero creſcendo gli angoli di deviazione, e preſa poi di ciaſcheduna oſſervazione la velocità media, prendere dell'aggregato di tutte una nuova velocità pur *media*, ed il ſimile fare delle reſpettive altezze, e da ciò ne riſulterebbe la più proſſima ragione delle velocità per rapporto alle altezze.

XVIII.

Scolio V. Sia per eſempio da eſaminare o una ſezione di un fiume, o parte di eſſa, vale a dire per quella altezza, a cui arriva la lunghezza del pendolo ſopradeſcritto, e per non allontanarſi dal vero, prendiamo alcune oſſervazioni, che furono fatte nel Pò dirimpetto alla Chiavica di Raccano l'anno 1717 li 14 Maggio. Furono queſte in numero di cinque, che ſtanno anco regiſtrate nella Tavola del numero XI. di queſta ſeconda parte, ma ſparſamente, cioè in que' luoghi, che loro competono per la ſerie. Quì le porremmo tutte a ſuoi luoghi, anzi ad oggetto di una maggior chiarezza, ſia nella ſeguente figura la larghezza del Pò AB, la quale dalle oſſervazioni fatte del 1721. nella viſita di quel fiume fra Pontificij, Ceſarei, e Veneti, fu riconoſciuta di pertiche 65 Bologneſi, li 20 Marzo. Sia A la parte deſtra del Pò, B la di lui parte ſiniſtra, e più vicina alla Chiavica ſuddetta, che non è gran fatto ſuperiore alla Terra della Poleſella. La prima oſſervazione fu in GM in altezza di piedi 33 : 7, gli archi per la deviazione con differenza di piedi 4 d'immerſione della palla furono, il primo e maſſimo di gradi 64, e il ſecondo e minimo di gradi 40. Nella ſeconda oſſervazione FL, ſempre con la ſteſſa differenza d' immerſione, il

TAV. II. Figura 8.

maſſi-

maſſimo arco fu di gradi 57, il minimo 32. Nella terza EK il maſſimo fu 50, il minimo 35. Nella quarta DI il maſſimo fu gradi 47, il minimo 29, e nella quinta ed ultima HC il maſſimo fu 40, ed il minimo 25. Ciò fatto ſi ricorra alla Tavola ſuddetta fondamentale numero XII. e ſi troverà, che per la prima oſſervazione le velocità ſono come i quadrati delle altezze, coſicchè prendendo prima la media velocità fra la maſſima e la minima che è 370 (naſcendo queſto numero dalla ſumma 452 e 289 diviſa per metà) e la media altezza verrà ad eſſere ſecondo la Tavola 68542, che ridotta in piedi (de' quali in ſei s'intende diviſo il filo, che ſoſtiene la palla) col moltiplicare queſto numero per 6, e dividerlo per 100000, ſi averà 4 per la detta altezza media in piedi (ommettendo le piccole frazioni per brevità, e perchè ſolo inſenſibilmente alterano il calcolo) e quadrando ſarà la velocità, come piedi 16. Per la ſeconda oſſervazione ſi ha dalla ſteſſa Tavola dover eſſer le altezze in triplicata dimezzata riſpetto alle velocità, onde col metodo detto di ſopra, ſi ricava che le velocità ſaranno come 5. Per la terza oſſervazione e per la quarta, avendoſi che le velocità debbano eſſere nella ſemplice ragione delle altezze ſaranno la terza, come piedi 6 once 10, e la quarta come piedi 6 (cioè a dire, che tanti piedi di altezza di acqua, che s'intenda poſta ſopra i punti, ove cadono le velocità medie, produrranno queſte tali velocità) e finalmente per la quinta oſſervazione, eſſendo le velocità in ragione duplicata ſubtriplicata delle altezze, ſarà la velocità competente, fatto il calcolo, come 3. Si raccolgano tutte queſte velocità in una ſumma, e ſi averanno piedi 36 : 10, che diviſi per lo numero delle oſſervazioni 5, faranno piedi 7 : 4 per la velocità ragguagliata o media equivalente alla vera dell' acqua ſopra il punto della velocità media della ſezione, in cui ſi ſono fatte le operazioni predette. Per averſi però la mole dell' acqua, che per la detta ſezione paſſerà in un dato tempo, baſterà moltiplicare la larghezza nell'altezza di eſſa ſezione, e poſcia nel ſopra ritrovato numero eſprimente la velocità. Per aver l' altezza ragguagliata di queſta parte della ſezione, biſogna ſommare ſeparatamente gli archi maſſimi di deviazione di ogn'una delle oſſervazioni, e dividere la ſomma per lo numero delle medeſime, e ſi averà l'arco medio per le ricercate altezze, così nel caſo preſente la ſomma è 260 gradi, e l' arco ragguagliato gradi 52, il di cui ſeno del complemento 38 ſarà, fatte le de-

CAP. V. TAV. II. Figura 6.

debite calcolazioni piedi 4 once 8 a un dipreſſo, da cui detratto un piede cioè la Aφ reſtano piedi 3 : 8, e la quantità dell' acqua che ſi ricerca ſarà 17479 numero prodotto dalla moltiplicazione di 650 × 7 ¼ × 3 ⅓ che è due volte e mezzo in circa maggiore di quello che provenirebbe calcolando col fondamento delle ordinarie regole della dimezzata delle reſpettive altezze, il che darebbe ſolamente 5589, e quaſi il doppio di queſto numero ſi avrebbe ſervendoſi della regola del Caſtelli, che darebbe 8737, dal che ſi può agevolmente comprendere, quanto lontano dal vero ci guidino i metodi, che ſono in uſo pel calcolo della quantità dell'acqua ne' fiumi.

XIX.

Eſſendo che ne' computi antecedenti non ſi è calcolato, che la portata dell'acqua per una parte della ſezione, vale a dire per la ſola altezza, a cui arriva il pendolo, qualor è allontanato dalla perpendicolare per l'azione dell'acqua, il che, come ſi è veduto, riſponde al ſeno del complemento dell'angolo di deviazione, quindi ſarebbe da cercarſi il metodo di rilevare l'intiera portata della ſezione: Per eſeguirlo ſembrerebbe congruo il modo poſto in uſo ne' numeri antecedenti, cioè di progredire nell'eſame delle velocità, che è quel tutto, che cercarſi deve, e ciò ſecondo la progreſſione ritrovata coll'uſo della palla, vicino alla ſuperficie dell'acqua; come per eſempio, ſe la velocità ſuperficiale è di gradi 25, la ſuſſeguente un piede più verſo del fondo foſſe di gradi 30, la proſſima un altro piede più ſotto foſſe gradi 35, e la quarta gradi 40, ſembra giuſta illazione il dire, dunque 8 piedi ſotto della ſuperficie ſarebbe gradi 60, e 12 piedi ſotto della medeſima ſuperficie dovrebbe eſſere gradi 80; ma un tal diſcorſo non riſponde all'oſſervazione, ſecondo a tutti i caſi poſſibili: concioſiachè vi ſono delle velocità, che creſcono con tali eccеſſi, che progredendo ſecondo la detta ragione, prima di arrivare al fondo, l'angolo di deviazione verrebbe ad eſſere maggiore del retto, con manifeſto aſſurdo, non potendo l' acqua con tutto l' impeto che può concepire, ſe pur queſto non foſſe infinito, arrivar a tener ſoſpeſo il pendolo orizontalmente, e ſenza una forza più che infinita, per parlare col linguaggio della ſcienza interiore, non ſi può mai far oltrepaſſar l'angolo retto al pendolo. Torniſi a conſiderar quì alcuna delle oſſervazioni regiſtrate al numero XI. di queſta ſeconda parte, e fra

que-

queſte la prima fatta a Creſpino, la quale eſſendoſi praticata in un fondo di piedi 24 con differenza di 10 gradi per ogni piede d' immerſione della palla, quando per due ſoli piedi foſſe eſſa ſtata ancora profondata, avrebbe dovuto oltrepaſſar l'angolo retto, e da una forza più che infinita eſſer diſtratta, il che in alcun modo non poter ſuccedere ogni uno lo comprende. Nella ſeconda oſſervazione, fatta parimenti a Creſpino in fondo di piedi 26, con differenza di deviazione di gradi 9 per ciaſcuna immerſione, profondata la palla a piedi 9 oltrepaſſerebbe l' angolo retto, e darebbe, con aſſurdo, un angolo di gradi 93. Nella terza oſſervazione fatta a Raccano in fondo di piedi 33 : 7 arriverebbe oltre l'angolo retto, cioè a gradi 92, allorchè foſſe immerſa la palla piedi 9, cioè quando pur anco vi reſtaſſero piedi 24 : 7 ad arrivar al fondo. Nella quinta oſſervazione ivi in fondo di piedi 19 : 8 arriverebbe l'angolo di deviazione a i gradi 96, quando la palla ſteſſe alta dal ſondo piedi 9 : 5. Nella duodecima oſſervazione alle Papozze in fondo di piedi 27 : 3 : 9 quando la palla foſſe immerſa, di modo che reſtaſſe eſſa diſcoſta dal fondo piedi 11 : 3 : 9 aſcenderebbe all'orizontale, ed immergendola ancora di più, oltrepaſſerebbe la detta orizontale, con maggior aſſurdo. Finalmente nella oſſervazione XIV. alle Papozze in fondo di piedi 12 : 9 : 10, allorchè foſſe immerſa la palla ad un ſolo piede lontano dal fondo eſſa ſarebbe asportata ad avere un angolo di deviazione di gradi 90.

CAP. V. Part. II.

X X.

Dalle quali coſe chiaramente appariſce l' incongruenza dell' illazione, ed eſſer impoſſibile, che avvicinandoſi al fondo con le immerſioni poſſi ſuſiſtere la ſteſſa legge degli accreſcimenti degli angoli di deviazione, e convien dire, che le reſiſtenze, che incontra l'acqua a cagione del ſoffregamento del fondo, alterino molto ſenſibilmente le ſopradette proporzioni, nè in verun modo ſiano queſte da negligerſi da chi pretende rilevare i veri accidenti del moto delle acque. E vaglia il vero, eſſendo io li 11 Maggio 1717 ſul Pò di Ariano alla Mezola, accommodai il filo della palla, perchè foſſe di pari lunghezza con l' altezza viva dell'acqua cioè di piedi 8 : 8, onde immerſo ſino a fior di acqua, e di poi ſucceſſivamente eſtratto di piede in piede, coſichè l'ultima oſſervazione fu fatta con un piede d'immerſione, ſi ritrovarono i gradi di deviazione 24, 23, 22, 21, 19, 17,

CAP. V. Parte II.

16, 12, dal che appariſce che queſti angoli non ſi vanno eccedendo con differenze eguali, ma che a miſura, che ſi accoſtano al fondo, hanno gli eccefſi minori. Parimente nella ſteſſa ſezione in fondo di piedi 6 : 8, ridotta a queſta miſura la lunghezza del filo, ed anche quatro once di più, di modo che era piedi 7 ; fatta però la maſſima immerſione, ed indi eſtratta di piede in piede la palla, ſi ebbero i gradi ſeguenti di deviazione 21, 22, 23, 20, 22, 20, 18, cioè con angoli che ſul principio creſcono andando verſo il fondo, indi inoltrandoſi più verſo di queſto decreſcono. Così nell' oſſervazione fatta li 14 Maggio 1717 dirimpetto la Chiavica di Raccano nella ſettima ſtazione, eſſendoſi in un fondo di ſoli piedi 4 ½ con la lunghezza però del pendolo di piedi 6, immerſa che ſu la palla ſino al fondo, ed indi ſucceſſivamente eſtratta, notandoſi l'angolo di deviazione per ogni mezzo piede di eſtrazione, ſi ritrovò l'angolo vicino al fondo gradi 19; in piedi 4, gradi 20; in piedi 3 ½; gradi 19; in piedi 3 gradi 18; in piedi 2 ½ gradi 16 e finalmente immerſa la palla piedi 2 gradi 14, onde anche da queſta oſſervazione ſi rileva qual reſiſtenza cagioni il fondo de' fiumi al movimento dell'acqua. Poſte le quali coſe, ben ſi comprende mancar il metodo per averſi la ſerie compita eſprimente i gradi delle velocità in una data altezza viva di una ſezione di un fiume. Non vi ſarebbe altro ripiego per indagare il meglio che foſſe poſſibile quanto ſi cerca, che il ſervirſi di una palla aſſai peſante, acciocchè quanto più eſattamente notaſſe gli angoli più vicini al fondo, ma ſi caderebbe poſcia nell'inconveniente di non poterſi avere ſenſibili differenze degli angoli di deviazione, mentre poco reſtarebbe moſſa dal corſo dell' acqua, oltre alla difficoltà grande, che vi ſarebbe in maneggiarla.

XXI.

Abbenchè negli antecedenti numeri paja ſufficientemente poſta in chiaro la teoria delle velocità delle acque correnti col mezzo delle palle ſoſpeſe da fili, nientedimeno ſi è voluto avanzar l'eſame ad una maggiore facilità per ſervirſene con frutto, e ſpeditezza nella pratica. Sia il punto fiſſo A, da cui penda la palla B, attaccata in A col filo AB, immergaſi per un dato ſpazio ſotto la ſuperficie dell'acqua corrente, aſcenderà la palla portata dal corſo ſino v. g. in P, ed ivi durerà ſoſpeſa ſino a tanto che o ritiriſi eſſa, o più ſi profondi, cioè ſino che reſti eſpo-

TAV. II. Figura 9.

eſpoſta ad eſſer traſportata e ſoſpeſa da un' altra forza: ſe dal moto di queſto pendolo doveſſimo noi deſumere qualche fenomeno intorno al movimento dell'acqua, converrebbe non alterare nè poco nè molto la prima lunghezza del filo ; ma non domandando le noſtre ricerche alcuna vibrazione di pendolo, ma il ſolo traſporto ed equilibrio della palla tenuta ſoſpeſa dalla forza dell' acqua, quindi egli è lo ſteſſo o il profondare di più il filo ſenza variarne la lunghezza, o pure variando eſſa lunghezza, eſporre la palla a ſoſtenere varj impulſi dalla forza del corſo. Fatta dunque la prima oſſervazione, e ſuppoſto che l' angolo di deviazione ſia BAP, ſi può prolungare il filo per un dato intervallo, e ſia A*b*, onde portandoſi la palla più verſo del fondo, ſe l' acqua in queſto ſito ſi muove con maggior energia che nel primo, farà ſalire la palla in 1*p*, e l'angolo di deviazione ſia 1*b*, A, 1*p*, dipoi allungato il filo fino a 2*b* ſia l'angolo di deviazione 2*b*, A, 2*p* e così ſucceſſivamente, ſe ſi condurranno i raggi 1*p* A, 2PA ec. , ſarà lo ſteſſo per la ſeconda oſſervazione, come ſe la palla aveſſe deſcritto l'arco B, 1O, e per la terza, l' arco B, 2O, eſſendo che per gli archi concentrici, ſono queſti tutti proporzionali, onde il calcolo egualmente bene procederà ſopra dell'arco B, 1O, B, 2O, come ſopra gli archi reſpettivi 1*b*, 1*p*; 2*b*, 2*p*.

XXII.

Ma la forza aſſoluta, con la quale ſarà moſſa l' acqua impellente della palla, ſi troverà nel modo, che ſegue. Per la prima poſitura P, ſi conduchino FPD parallela al filo perpendicolare AB, ed il ſeno dell' angolo di deviazione PH, tirata prima l'orizontale AE, di poi ſi faccia PD eguale al peſo aſſoluto della palla nell'acqua, e condotta la tangente all'arco BP, che ſia MP , ſi faccia DC parallela a queſta tangente, e ſi produchi FP ſino che tagli la DC in D, ſarà per i principj della ſtatica DC la forza, che avrà la palla per diſcendere nell' arco PB nel punto P, ed equivalerà alla forza acceleratrice di eſſa palla ; PC ſarà la forza , con cui reſta teſo il filo nella poſitura APC. Perchè dunque queſta palla rimanga dall'azione dell'acqua ſoſpeſa in P, dovrà preciſamente l'impeto dell'acqua eſſer eguale alla forza acceleratrice DC, o ſia PM. Si produchi DM in G fino cioè, che tagli il ſeno PH, ed eſprimerà la detta PM la forza dell' acqua, che ſi dirigerà a ſoſtenere la palla, GM

CAP. V. Parte II. quella che farà forza ſopra lo ſtiramento del filo a cagione dell'urto dell'acqua, e finalmente la GP rappreſenterà la forza aſſoluta, con la quale ſi moverà l'acqua, che ſi è riſolta nelle due collaterali GM, MP. Lo ſteſſo accaderà in ogni altra poſitura, e ſarà $1g$, $1p$, la forza aſſoluta riſpondente al punto $1b$, e $2g$, $2p$ quella corriſpondente al punto $2b$, e le totali diſtrazioni del filo ſaranno reſpettivamente DM + MG; $1d$, $1m + 1m$, $1g$; $2d$, $2m + 2m$, $2g$ ec.

XXIII.

E' manifeſto, che tutti gli archi deſcritti da queſte diverſe lunghezze de' fili, ſi poſſono ridurre all'arco AB del filo più breve, o a qualunque altro, e che per conſeguenza ſi poſſono iſtituire tutti i calcoli ſopra queſto con aſſai maggior facilità, e con molto maggior compendio; ſiccome altresì è manifeſto, che ſe s'intenderanno prodotti tutti i reſpettivi ſeni retti PH, 1O, 1Q, 2O, 2Q in S, 1R, 2R ec. coſicchè HS ſia eguale a GP, 1Q 1R à $1g$, $1p$; 2Q, 2R à $2g$, $2p$ ec. la linea curva, che paſſerà per tutti queſti punti S, 1R, 2R, ſarà la linea delle forze, in cui le ordinate anderanno creſcendo come le forze predette; avrà il vertice B, e AT per aſintoto, reſtando ſolo da avvertirſi, che calcolata ſull'arco BE, rimane collocata con inverſo ſito, vale a dire, che le ordinate da B verſo A rappreſenteranno le forze creſcenti dell'acqua da B verſo $2b$ di queſta curva, una ſola porzione della quale ſervirà per farci rilevare le forze di un fiume, cioè quella, che cade fra la minima, e la maſſima immerſione, quando l'eccesſo con cui gli angoli di deviazione ſi vanno ſuperando non ſia tale, che il reſpettivo loro ſeno retto non cada di ſopra del precedente: intorno la qual coſa dalla ſola iſpezione della figura ſi può rilevare, che durando il corſo del fiume nel medeſimo ſtato, ſe HP, $1b$; $2b$, $2p$ rappreſentano i filamenti dell'acqua, e che corrino più quelli, che più reſtano verſo il fondo, non mai la palla potrà andar più alta dell'immerſione precedente, coſicchè $2p$, non potrà ſtar ſopra dell'orizontale di $1p$; altrimenti il filamento $1b$, $1p$ correrebbe con maggior impeto del filamento $2b$, $2p$, che è contro la ſuppoſizione. La coſtruzione geometrica della curva veggaſi dal numero XXXIV. di queſta ſeconda parte ſino al fine.

XXIV.

Essendo per i simili triangoli APH, PDC, PDM queste analogie, AP. PH :: PD. DC = PM. ed AP. AH. :: PD. PC, sarà ancora PH. AH :: DC. PC, ed il rettangolo PH × PC = AH × DC; parimenti per la simiglianza de' triangoli PDM, PMG e fra se stessi, e con i primi, sarà ancora l' analogia PC. PD :: PM. GP; e presa la commune altezza PH, sarà PC × PH. PD × PH :: PM. PG, ovvero AH × DC. PD × PH :: PM. GP; ma DC = PM; adunque AH. PD × PH :: 1. GP e però GP in ragione diretta di PD × PH ed inversa di AH, onde la forza assoluta impellente, che l'acqua ritiene, è in ragione composta della diretta del peso assoluto della palla nell'acqua, e del seno dell'angolo di deviazione, e reciproca del seno del complemento del medesimo angolo, e perchè la detta forza si sta come il quadrato della velocità, ne nasce, che la velocità assoluta delle acque correnti stia nella dimezzata ragione diretta del peso assoluto della palla nell'acqua moltiplicata nel seno dell'angolo di deviazione, e reciproca pur dimezzata del seno del complemento del medesimo angolo.

XXV.

Corollario. Dal che se ne ricava, che allor quando l'angolo di deviazione BAP sarà di gradi 45, la forza assoluta dell' acqua sarà eguale al peso, che avrà in acqua la palla, cioè alla DP, essendo che l' angolo PDM eguale all' angolo di deviazione, se diviene di gradi 45, e GPD essendo retto, sarà per conseguenza PGM parimenti di gradi 45, e perciò DP = GP.

XXVI.

Ma perchè si riduca questa velocità allo spazio effettivo, che in un dato tempo possa ella percorrere, così conviene andar più avanti in questa proposizione, riducendo alle misure dello spazio la formola ritrovata nel numero XXIV. di questa seconda parte $u = \sqrt{\frac{PD \times PH}{AH}}$; Si chiami dunque il peso della palla in aria P, il peso di una mole di acqua eguale in volume ad essa palla Q, sarà P—Q il peso assoluto di essa palla in acqua, come colta dalle equiponderanti, cioè DP. Per aversi il valore

CAP. V. Parte II.

di Q si proceda come segue. Essendochè dalle osservazioni del Guglielmini, registrate da noi al numero XIX. del Capitolo secondo, un'oncia cubica di acqua di misura Bolognese pesa grani 786, se diremo la circonferenza del circolo massimo della palla c, il di lei semidiametro r, sarà per la stereometria la solidità di essa palla $\frac{2crr}{3}$ e per conseguenza sarà l'analogia, come il continente dell'oncia cubica al suo peso, così il continente della sfera della palla al peso suo effettivo in aria, cioè come 1728 punti cubici, che sono gli elementi di un'oncia, a grani 786. così $\frac{2crr}{3}$ a $\frac{2crr \times 786}{3 \times 1728}$ che vale il peso Q: onde $GP = \frac{PH}{AH} \times PD = \frac{PH}{AH} \times \frac{2crr \times 786}{3 \times 1728}$ valore della forza assoluta dell'acqua, di cui formandosene un cilindro, che abbia la base eguale alla circonferenza massima della palla $\frac{cr}{2}$ e l'altezza y, sarà l'equazione $y = \frac{2PH}{cr \times AH} \times P - \frac{2crr \times 786}{3 \times 1728}$, la qual altezza sarebbe quella, che farebbe camminar l'acqua con la velocità osservata con la palla.

XXVII.

Scolio I. Poniamo per esempio, che il semidiametro della palla r sia eguale ad 8 linee; che l'angolo di deviazione sia di gradi 30; che la palla P, pesata in aria sia di grani 6720, sarà prossimamente $c = 50$, facendo come 7 al 22 la ragione del diametro alla circonferenza, inoltre PH seno dell'angolo di deviazione sarà per le Tavole trigonometriche 50000, e il di lui complemento AH, 86603. Ciò dunque supposto, $\frac{2crr \times 786}{3 \times 1728}$ valerà proffimamente grani 966, che detratti dal peso assoluto della palla 6720, restano grani 5754 pel peso della palla in acqua, il di cui logaritmo - - - - 3. 7599699
ed il logaritmo 2PH - - - - 5. 0000000
onde la summa - - - - - 8. 7599699
essendo poi il logaritmo di c - - - 1. 6989700
quello di r - - - - - - 0. 9030900
e quello di AH - - - - - 4. 9375179
sarà la summa - - - - - 7. 5395779

onde

onde la differenza de' logaritimi di queſte due ſumme ſarà - - - 1. 2203920, il di cui numero è proſſimamente $16\frac{1}{2}$ cioè come $1\frac{1}{2}$ dell'altezza del cilindro eſprimente la forza dell'acqua. Trovata l'altezza predetta, baſta cercar nella Tavola calcolata dal Guglielmini per i ſpazj dovuti alle velocità, regiſtrata nel fondo del libro *Aquarum fluentium menſura*, abbenchè ſecondo anche il ſentimento del Sig. Manfredi, ſia eſſa biſognoſa di riforma, eſprimendoſi pag. 96. che per la miſura della velocità de' fiumi, *tali non ſono quelle* deduzioni notate nella *Tavola data dal noſtro Autore* (Guglielmini) *nel Libro della miſura delle acque correnti per la ragione addotta ec.* Supponendo dunque gli ſpazj marcati in eſſa Tavola per eſſa baſtantemente veri, ſi raccoglie, che ad una altezza di once una ed un terzo corriſpondono all'incirca piedi di Bologna 71 in un minuto d'ora, onde in un'ora quel tal fiume farebbe piedi 4260 di cammino, o pure pertiche di Bologna 426, che non arrivano alla miſura di un miglio intiero di quel paeſe.

8. 7599699
7. 5395779

CAP. V. Parte II.

XXVIII.

Scolio II. Per porre in pratica quanto ſi è detto ne' numeri anteriori nel fatto de' fiumi, daremo quì il modo di ſervirſene. Perchè le acque correnti hanno un diverſo movimento ne' varj punti della larghezza della ſezione, così ſe il fiume non è molto largo ſi facciano in tre differenti luoghi le oſſervazioni con la palla, immergendola con date eguali differenze, indi ſi raccolghino in una ſomma tutti gli angoli di deviazione ad oſſervazione per oſſervazione, e ſi dividano per il numero delle diverſe immerſioni, poi ſi ſommino aſſieme queſti, che diremmo, *medii* angoli di nuovo, dividendoli pure per il numero delle fatte ſtazioni, che nel caſo preſente faranno tre, e ſi avrà l'angolo *medio* di deviazione, con cui realmente ſi moverebbe l'acqua, ſe col medeſimo grado d'impulſo da per tutto correſſe. Siano in grazia di eſempio gli angoli di deviazione oſſervati nel ſito del filone con eguali intervalli d'immerſione gradi 30, 35, 40, 45, dall' uno de' lati ſiano 22, 25, 28, 31, e dall'altro 24, 28, 32, 36, le ſomme reſpettive ſono per il filone 150, che diviſo per 4 da 37: 30: Per il primo de' lati la ſomma è 106, che pur diviſa per 4 da 26: 30, e la ſomma dell'altro è 120, che hà per angolo

CAP. V. golo *medio* 30, e ſommando tutti e tre queſti angoli *medii* di deviazione fanno 94, che diviſo per 3, numero delle oſſervazio-

Parte II. ni dà per l'angolo *medio* di tutto il moto dell'acqua 31. 20, cioè gradi 31, ed un terzo, ſopra il qual angolo calcolando con una data palla, la forza aſſoluta dell'acqua, ſi ricava finalmente lo ſpazio percorſo dall'acqua dentro un dato tempo, ed in conſeguenza ſi averanno noti i piedi cubici dell' acqna, che eſcono per quella data ſezione.

XXIX.

Scolio III. Volontieri avreſſimo calcolato la Tavola a motivo di facilitar i calcoli agli idrometri, ma riflettendo, che queſta non avrebbe ſervito, ſe non per una palla di un dato peſo, e di una data mole, così ſarebbe convenuto, che tutti ſi aveſſero proveduto di ſimili ed eguali palle, e nella grandezza e nel peſo, il che per avventura non ſarebbe ſtato sì facile, avuto ancora riguardo alla diverſità delle miſure, che in ogni paeſe ſono in uſo, oltrechè non potendoſi già con una ſola palla eſplorare le velocità di tutte le acque, ma eſſendo di meſtieri ſpeſſe volte di mutarle, accreſcendole o diminuendole di peſo, acciocchè più ſenſibili ſiano gli angoli, che marcanſi dal corſo dell'acqua, ſarebbe ſtata queſta una ſeconda, e maggiore difficoltà, per cui ſi ſarebbe reſa fruſtranea la Tavola, che ſecondo certi dati, ſi foſſe calcolata: che però ſtimando ſufficiente l'aver data la formola del numero XXVI. di queſta ſeconda parte, ci diſpenſeremo dai calcoli, laſciando a chi ſi vorrà ſervire di queſto, che noi riputiamo ſicuro metodo, la pena di conteggiare la quantità dell' acqua, che in dati tempi paſſaſſe per una data ſezione, il che cogli eſempj de' numeri XXVII., e XXVIII. non ſarà per riuſcire difficile, anche per quelli, che non foſſero dotati, che di una mezzana capacità.

XXX.

Si è voluto quì trasportare la coſtruzione, e proprietà della curva, che riſulta dal numero V. di queſta ſeconda parte, per non diſtrarre ſoverchiamente nella contemplazione delle coſe analitiche la mente di chi foſſe contento d'intender ſolo quanto concerne il metodo più piano dell'Idrometria. Sia dunque da determinare, e coſtruire la curva delle velocità, ſuppoſto, che gli archi procedano ſecondo la progreſſione aritmetica, immerſa che

ſia

ſia la palla per dati, ed eguali ſpazj. Dicaſi BC$=z$ (ſpazio che ſi fa ſcorrere elevando il pendolo ad una data altezza): la lunghezza del pendolo AB$=a$, e l'arco oſſervato nella profondità AB ſia$=c$. La differenza tra gli archi ſia$=b$, e l'arco cR$=y$, ſarà per l'ipoteſi $y=c-\frac{bz}{m}$ (ſuppoſta l'unità$=m=$ad un piede per conformarſi alle noſtre oſſervazioni) ciò reſtando ben manifeſto, avvegnacchè, ſe eſtratto il pendolo per un piede, ſi ha l'arco $c-b$ ſollevato per due piedi, ſi avrà $c-2b$, e per tre, $c-3b$, e finalmente eſtratto per lo ſpazio z, ſi avrà l' arco $c-\frac{zb}{m}=y$ come ſi è detto.

XXXI.

Si dica QC$=x$, ſeno verſo dell'arco CR; la tangente del medeſimo arco$=t$, ſarà BQ abſciſſa della curva dà determinarſi $p=z+x$, $y=\sqrt{\frac{aadt}{aa+tt}}$ e $t=\frac{a\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$, ma ſi è dimoſtratto ai numeri II., e III. di queſta ſeconda parte, che $mt=uu$, dunque ſi averanno le equazioni $y=c-\frac{bz}{m}$, $y=\int\frac{aadt}{aa\times tt}$, $t=\frac{a\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$, $z+x=p$, $mt=uu$, nelle quali fatte le debite ſoſtituzioni, ſi ricaverà la relazione tra p ed u, ch' è quello che ſi ricerca.

XXXII.

Scolio. La prima equazione delle antedette cinque è al triangolo. La ſeconda dà la relazione della tangente dell'arco del circolo al medeſimo arco. La terza dà la relazione del ſeno verſo alla tangente del medeſimo arco. La quarta è alla linea retta. La quinta alla parabola.

XXXIII.

Si coſtruirà dunque nel modo che ſegue la curva propoſta. Si taglino ad angolo retto le rette linee ADG, DRQ. Prendaſi DR eguale all'arco del circolo deſcritto dal pendolo, o ſia col raggio a, indi ſi faccia DQ eguale al raggio medeſimo. Per li punti

CAP. V. Parte II.

punti R, Q si tirino due linee parallele a DG, e s'intenda descritta tra DG, RH la curva DK espressa dall' equazione $y=\int\frac{aadt}{aa+tt}$, nella quale sia DG$=t$, GK$=y$, e sia KO parallela a DG. Si descriva parimenti la curva RL, di cui la natura si esprima con l'equazione $t=\frac{a\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$, e sia RH$=t=DG, HL=x$. In oltre si descriva dal vertice D la parabola DF dinotata dall' equazione $mt=uu$, nella quale DG$=t$, GF$=u$. Si faccia poi OD$=c$. DA :: b. m. e si conduchi AOS; di più RI nell'angolo semiretto con la QR, dico che presa Dg a piacere, e condotta $fgkl$, come pure li, kf, fc parallele a DG, poscia im parallela a DQ ed fc parallela a DG, sarà il punto c nella curva o scala delle velocità AC, cioè dico essere D$b=p$ e $bc=u$; mentre per la natura della parabola DF sarà $mt=uu$, e per la natura delle parallele $bc=u$. Per la proprietà poi della curva DK sarà K$g=y=\int\frac{aadt}{aa+tt}$, e per il triangolo ODA dalla suppositione Oo. so :: b. m, ma essendo DO$=c$, sarà O$o=c-y$, e perciò $so=\frac{m\times c-y}{b}=z$. Parimenti per la natura della curva RL, (essendo $kl=x$) $t=\frac{a\sqrt{2ax-xx}}{a-x}$ e per l'angolo semiretto in R; OM$=x=us$ per le parallele; dunque ON$=z+x=$Db. q. e. d. Il vertice di questa curva è in A, le altezze razionali dell'acqua sono le Ab. E se dal punto S ove và a terminare la AC nella RH si tiri ST, sarà PT l'asintoto della curva AC delle velocità.

XXXIV.

TAV. III. Figura 2.

Per la costruzione geometrica della linea delle forze, supposto fisso il centro del pendolo, allungando successivamente il filo, a cui resta la palla raccomandata, sia il centro del pendolo fermo A; BV, bH siano due archi descritti co' raggi AB, Ab, sia DH il seno retto dell'arco bH, conducasi BQ tangente dell' arco BV nel punto B, e per i triangoli simili sarà AB. BQ :: HM. FH (supposta MF parallela al raggio AH). Sia AB$=a$, BQ$=t$, HM$=p$, FH$=f$ sarà a. t :: p. f. ed $af=pt$. Sia ancora B$b=z$, che è lo spazio, o per dir meglio

glio l'allungamento del pendolo, o pure il di lui abbreviamento, quando venghi concepito, che il punto *b* cadeſſe ſopra B fra A e B, ſarà $AH = a \pm z$. $AD = x :: \sqrt{aa+tt}.\ a$. L'arco della deviazione oſſervato in B ſia *c*, e la differenza da un altro qualunque arco *b* H, che ſia *y*, dicaſi *b*. ſarà l'equazione (per quanto ſi è detto al numero XXX. di queſta ſeconda Parte) $y = c + \frac{bz}{m}$ (*m* vale l'unità) ſi avranno per tanto le ſeguenti equazioni $af = bt$; $\overline{a \pm z} \times a = x\sqrt{aa+tt}$, $c \pm \frac{bz}{m} = y$ ed $y = \int \frac{aadt}{aa+tt}$, dalle quali, fatte le debite ſoſtituzioni, ſi averà la relazione tra *x* ed *f*, che è la forza dell'acqua, che agiſce contro della palla, e la curva eſprimente codeſta forza ſi coſtruirà come ſegue.

CAP. V. Parte II.

XXXV.

Nella retta AE ſi prenda $AB = a$, e BE eguale al quadrante del circolo deſcritto col raggio *a*; la curva BN ſia eſpreſſa dall' equazione $y = \int \frac{aadt}{aa+tt}$; Prendaſi nella retta AY; $BD = c$, arco oſſervato, e ſia BD. BG :: *b*. *m*, dipoi tiriſi la retta GDF. Si tagli $AL = p$, e ſi conduca la parallela LI a BM. In oltre ſia RBK in angolo ſemi-retto: preſo poſcia qualunque punto M, e condotta l'ordinata MN, ſia BM eguale a *t*, ſarà $MN = y$, $DP = c - y$; ſe dal punto N ſarà condotta NQ parallela a BM fino che tagli la GF in Q ſarà $PQ = \frac{m}{b} \times \overline{c-y} = z$; ſi tiri QR parallela ad AB ſino che tagli RK, ſarà $RS = QP = BS$ per l'angolo ſemiretto. Si uniſchino i punti A ed M con la retta AM, e ſi tiri l'arco ST, ſarà $AT = AS = a - z$; ſia TV normale ad AB, e ſia prodotta indefinitamente, ſi uniſchino i punti I ed V con la retta IV, e dal punto L tiriſi la parallela LX ad IV, ſino che tagli VX in X, dico che il punto X ſarà nella curva delle forze ZXφ. Perchè dunque per i triangoli ABM, AVT ſimili ſarà $AM = \sqrt{aa+tt}.\ a :: AT = AS = a - z.\ x$. dunque $x\sqrt{aa+tt} = a \times \overline{a-z}$. Similmente AL. LI :: AB. BM dunque $p.f :: a.t$ e però $fa = pt$ ma VX = LI dunque $VX = f$. *q. e. d.* Il vertice della qual curva è in Z preſa BZ = BG e l'aſintoto ſarà YO preſa BY = EF.

TAV. III. Figura 3.

CAP. V. Parte II. TAV. III. Figura 3.

XXXVI.

Se poi si volesse la scala delle velocità, basta dal vertice L sopra LI come asse descrivere una parabola Lm, per l' equazione $mf = uu$, ed Lm sarà u, fatta poi Ln in angolo semi-retto, sarà parimenti $pn = u$, e perciò tirata nH parallela ad AB, il punto in cui questa linea taglierà TV prodotta sarà nella scala ricercata delle velocità.

XXXVII.

La curva o scala delle velocità del numero XXXIII. si esprime con questa equazione (denominate le quantità, come in esso numero) $p = \frac{cm}{b} - \frac{m}{b}\int \frac{2aamudu}{mmaa+u^4} + a + \frac{aam}{\sqrt{aammm+a^4}}$. La curva delle forze del numero XXV., (nominando parimenti le quantità, come in esso numero) sarà espressa per l' equazione $x = \frac{pcm+abp}{b\sqrt{pp+ff}} - \frac{pmm}{ab\sqrt{pp+ff}}\int \frac{apdf.}{pp+ff.}$, e quellla esprimente la scala delle velocità per la seguente equazione $x = \frac{cmmp+maabp}{b\sqrt{pp+ff}} - \frac{pm^3}{ba\sqrt{ppmm+u^4}}\int \frac{2ampudu}{ppmm+u^4}$.

Aggiunta alla prima Parte del presente CAPITOLO *circa all' indagare le velocità delle acque correnti.*

Aggiunta alla Prima P. del Cap. V.

1. Oltre a quanto è stato da noi considerato circa a' metodi, ed esperimenti indicati, e fatti da varj Autori per rilevare le ragioni delle velocità nelle acque correnti, è ben il dovere, che si produca ancor lo strumento inventato da M. Pitot membro della Accademia Reale delle scienze, e Soggetto cotanto benemerito della dottrina delle acque, ed in specie di quella parte, che alle macchine appartiene molto da lui posta in chiaro, promossa, ed amplificata.

2. Consiste lo strumento di cui si è detto, registrato nelle Memorie di detta Accademia dell'anno 1732. in certo tubo di vetro

tro recurvato ad angolo retto, la di cui lunghezza, che reſtar deve a piombo, raccommandato che ſia a certo priſma triangolare di legno lungo anche qualche coſa più del tubo, sì per ſicurezza di queſto, sì ancora per poterlo, quanto ſia d'uopo, immergere ſotto della ſuperficie dell'acqua corrente, ſi fa di 6 piedi, ed anche più, ſe così ſi voleſſe, ma poco più di un'oncia e mezzo la parte di eſſo tubo recurvata ad angolo retto. La faccia del priſma eſſa pure ſi tiene larga da un'oncia e mezzo, e qualche coſa maggiore a proporzione che ſi accreſceſſe la lunghezza del cannello; Altro tubo della medeſima lunghezza pare, che ſi vogli applicato al medeſimo priſma, ma diritto, e non punto recurvato, finalmente ſi fanno le opportune diviſioni in piedi, once e linee, da addattarſi nel modo più facile al tubo per ſervirſene opportunamente, come in detta Memoria reſta abbondantemente eſpreſſo. Aggiunta alla Par. I. del Cap. V.

3. Per ben applicare la macchinetta all'acqua corrente ſi dirige il bracciuolo recurvo verſo del corſo, fermandoſi in tal modo orizontalmente, onde entrando per l'aperto foro l'acqua ſale per quello a piombo ſino ad una certa altezza, coſa che non ſuccede nel lungo cannello, che non è incurvato, come non ſuccede nè meno nel recurvo, ſe l'acqua è ſtagnante, ed in ciò effettivamente conſiſte il modo d'indagar il grado della velocità dell' acqua, mentre ſe per concepir eſſa velocità è ragionevole il ſupporre, che la medeſima acqua, o altro grave cadendo da una certa altezza la produceſſe, è altrettanto ragionevole il credere, che preſcindendo dalle reſiſtenze, avendo l'acqua corrente una data velocità, queſta ſia valevole a farla ſalire ſin dove ſi eſtendeſſe la detta altezza, ſecondo a' generali principj dell'equilibrio de' fluidi, di modo che le altezze occupate dall'acqua ſopra del livello della corrente nel tubo predetto, noterebbero appunto que'punti di *ſublimità*, e di *quiete*, de' quali noi ſi ſiamo ſerviti ne' numeri IX. e XII. della ſeconda parte di queſto Capitolo, come ognuno potrà agevolmente rilevare.

4. M. Bellidor Soggetto di quel merito, che a tutti è noto, dopo aver nel ſuo Libro dell'Architettura idraulica, encomiato l'invenzione della detta macchinetta di M. Pitot, dà alla parte recurva del tubo, che il ſuo Autore aveva laſciato di figura cava cilindrica, la forma di un imbuto aperto dalla parte del corſo dell'acqua, fatto ciò facilmente perchè maggiormente raccoglier poſſi il corſo dell'acque, e quaſi introdur nel tubo un maggior nu-

Aggiunta alla Par. I. del Cap. V.

mero di filamenti di quel fluido; contuttociò se ben vi si attende sembra che le ripercussioni di quelli, che cadono nell' obliquità del pariete dell'imbuto, potessero anzi che facilitare, servir d'impedimento al moto di quelli, che direttamente nella sezione libera del tubo vi passassero.

5. Non porta veramente M. Bellidor esperimento alcuno, che io abbia fin ora veduto, da lui fatto con questo strumento, come tre ne porta M. Pitot: e l'uno e l'altro bensì invitando gl' Idrometri a volerne fare a maggior incremento della scienza delle acque, come certamente io quanto prima, non ostante qualche dubbio, che mi rimane sopra gli effetti di questa macchinetta, farò per intraprendere. Fra tanto mi sarà permesso di fare qualche considerazione sopra quelli fin ora fatti, e registrati nelle antedette memorie.

6. Tre dunque furono, e tutti nella Sena, cioè due al *Pont Royal*, ed il terzo 30 toese superiormente a detto sito, ed in tutte e tre le osservazioni rilevasi che da per tutto la velocità va diminnendo verso il fondo, nè alcuno può negare, che ciò succeder non debba a qualche distanza del detto fondo, attese le resistenze, che per lo soffregamento dell'acqua corrente con la sabbia si fanno sentire, e tali pure noi le abbiamo rimarcate al num. XX. della seconda parte del presente Capitolo. Veramente l' Autore non dà la misura dell'altezza dell'acqua della Sena ne' siti, ove le sperienze predette ha praticate, ma solo indica di esser giunto con lo strumento alla profondità di piedi 4; ma da quanto ha lasciato scritto M. Mariotte nel Trattato del moto delle acque pag. 339 sappiamo che la Sena di sopra del *Pont Royal* all' incirca nel predetto sito ha 5 piedi ragguagliati di profondità, ed in altri luoghi per testimonianza dello stesso Autore ne ha ed 8 e 10, onde possiamo molto bene dedurre, che di massimo fondo ivi aver possa il detto fiume da 8 piedi poco più poco meno, quindi non pare potersi riputar sì di leggieri, che fino a tal altezza giugner possa cotanto sensibile l' effetto della resistenza del fondo, da fare che fino alla superficie ne risenta l'acqua i ritardamenti alla sua velocità in modo che questa in vece di crescere almeno per qualche tratto sotto a detta superficie, vadi immediatamente scemando.

7. In fatti i nostri sperimenti praticati nel Pò in pari o poco differente altezza, dall' antedetta della Sena non ci danno un tal fenomeno, come si può vedere al numero predetto e segna-

gnatamente nella ſperienza fattaſi vicino alla Chiavica di Raccano li 14 di Maggio 1717 dove in fondo di piedi 4 ½ di Ferrara, che riſpondono a poco più di 6 di Parigi, la noſtra palla ſegnò l'angolo di deviazione in gradi 19, ed eſtratta o ſia innalzata per mezzo piede ſegnò gradi 20, e reſtando immerſa piedi 3 gradi 18, in piedi 2 ½ gradi 16, ed in piedi 2 gradi 14. Si dubita per tanto che anche nello Strumento di M. Pitot, benchè e ragionevolmente coſtrutto e molto ingegnoſo, rimanghi con tutto ciò eſpoſto ad alcuno di que'difetti, che ſi ſono rimarcati dal num. XX. al XXVI. della prima Parte del corrente Capitolo, e ſpezialmente ad alcuno di quelli, che ſi ſono rimarcati per la Fiaſca idrometrica, onde ſi renda fruſtranea ogni diligenza, che vi ſia impiegata. Aggiunta alla Par. I. del Cap. V.

8. Al certo che pare difficile da concepire, come introdottaſi nel primo momento che ſi pone in eſperimento la macchinetta, per il foro orizontale del tubo l'acqua corrente debba ſalire all' altezza, che preciſamente è dovuta al di lei corſo, quando ſembra affatto fuori di dubbio, che arreſtato il priſma triangolare con i tubi fermamente contro il corſo dell'acqua, debba egli prima di ogni altra coſa render ſtagnanti, ed immobili tutti i filamenti dell'acqua, che in eſſo vengono a percuotere, ſenza eccettuarne ne meno quelli che incontrano il foro, mentre ſe non altro alla curvatura del tubo trovano l'impedimento, che vale ad alterar molto il moto dell'acqua, e quelle conſeguenze, che da eſſo quando foſſe affatto libero, derivar ne potrebbero.

9. Per altro l'aver oſſervato il tubo retto con l'acqua interna non più alta del livello dell'eſterna, ed il recurvo con l' acqua molto più elevata, moſtra che in queſto vi ſi eſercita una forza, che certamente manca nel primo: potrebbe taluno credere, che la ſottigliezza de' cannelli produceſſe dal più al meno il fenomeno, che ſi oſſerva ne' tubi capillari di ſalire i fluidi ne' quali ſono immerſi molto più di quello porti l'equilibrio de' medeſimi, e ciò per quelle cauſe, che primo di tutti paleſò al pubblico il noſtro chiariſſimo Montanari ne' ſuoi Penſieri fiſico-matematici; ma ſe tali foſſero ſtati quelli adoperatiſi nello ſtrumento di M. Pitot, ſarebbe ſucceduto dal pari l'altezza dell' acqua, e nell'incurvato e nel retto, e non già ſolamente in quello, come porta l' oſſervazione dell' Autore.

10. Sono andato anco meco ſteſſo riflettendo, ſe mai il tanto ſenſibile declinare delle velocità apparenti col mezzo di queſta mac-

Aggiunta alla Par. I. del Cap. V.

macchinetta a misura del maggiormente profondarsi della stessa, potesse per avventura derivare da ben altro principio, che dalle resistenze del fondo, che certamente nel Pò coll'esame della palla (forsi quanto a me, il mezzo fin ora il meno imperfetto per rilevare, e dedurre le velocità delle acque correnti) non rispondono nell'effetto alle osservate in Parigi nella Sena, cioè che dovendo la forza dell'acqua penetrare attraverso dell'altezza di quella porzione, che sale nel cannello, e che se ne sta stagnante e morta, quanto maggiore si è l'immersione del tubo, tanto maggiore diviene quel cilindretto di acqua, onde maggiore ancora si ricerca lo sforzo dell'acqua per salire più alto; sicchè resta incapace di produrre il suo libero effetto, e di mostrarci la sommità dell'acqua stessa nel cannello all'altezza che dovrebbe andare, se tal impedimento non incontrasse: il quale sempre più cresce, quanto più resta immersa la macchinetta: Quindi non sarebbe poi punto da maravigliarsi se cotanto sensibili ci comparissano i ritardamenti della velocità, ed affatto improporzionati a quelli che può dar la resistenza al moto del fondo del fiume.

11. Merita con tuttociò e l'invenzione dello strumento, ed i lumi, che da questo rettamente adoperato, se ne possono ritrarre, che vi si faccia sopra molte e molte osservazioni, e noi saremmo di quelli, che non tralascieranno di far risaltare anche in questa parte il merito di M. Pitot, come siamo persuasi che altri assai più abili di noi vorranno impiegarsi al medesimo fine, ben sicuri, che una volta che siasi trovata la maniera di 'averssi senza equivoco i gradi della velocità in ogni punto di un'acqua corrente, si verrà ad ottenere gran parte di ciò che manca alla perfezione dell'idrometria.

12. Quanto poi alla facilità del servirsi di questo strumento come da me si reputa tale ne' fiumi di mediocre portata, ed in poca profondità, così mi sembra assai difficile l'usarlo ne'maggiori, e dove la velocità fosse insigne, cioè allora quando si avesse ad immergere il tubo alli 12, 15 e più piedi, nel qual caso si avrebbe ad accrescer la mole del prisma, ed in conseguenza le resistenze originate dalla stessa macchineta al libero corso de' filamenti dell'acqua, ed alterar vieppiù quell' effetto, di cui si va in traccia.

AP-

APPENDICE
DELLA SECONDA PARTE
DEL
CAPITOLO QUINTO.

Che contiene la Pratica facile per la diſtribuzione delle Acque, i diſordini che corrono in tal materia, ed i metodi per correggerli.

PErche l'iſtituto noſtro non è ſolamente di pubblicare queſte materie idroſtatiche per quelli a' quali ſono note le regole dell'interior Geometria, ma perche ſe ne approfittino ancora quelli, che mancando della cognizione di tali ſtudj, ſono però adoperati anche più che i primi negli aſſegnamenti e diviſioni delle acque, ed eſſendo corſa fin ora una pratica, che non può quanto è neceſſario, corriſpondere alle vere leggi delle acque correnti, pertanto ſi è voluto inſerire a queſto noſtro Trattato l'Appendice ſeguente, che appoggiandoſi a quanto ſi è eſpoſto nella ſeconda Parte dell' Articolo quinto, ſi è procurato di ridurre in atto pratico quanto ivi reſta col fondamento di molte propoſizioni dedotto e provato, e con la mira che ogni Perito ſe ne poſſa alle occorrenze ſervire, e farne buon uſo. Vide il Caſtelli la neceſſità di tal riforma, e ne aveva anco nell'Appendice XI. del ſuo *Trattato* di acque prodotti i rimedj ch'e' credeva più adeguati; ma per dir vero, comechè queſti ſono fondati ſopra la determinazione della velocità, e queſta non quanto baſta eſſendoſi da eſſo fiſſatà nelle acque correnti rimangono le concluſioni da eſſo fatte, involte in molti equivoci. Il Guglielmini parimenti diede le ſue regole al Capo XII. *della natura de' fiumi*, e certamente nelle ſuppoſizioni da eſſo poſte, il metodo procede con tutte le neceſſarie riſerve, ma come avverte il Sig. Manfredi nelle *Annotazioni*, tal metodo riguarda principalmente i canali orizontali. Noi vedremo di ſupplire indeterminatamente per qualunque ipoteſi. Sia però

Append. della Parte II. del CAP. V.

ARTICOLO I.

Che contiene varie nozioni circa alle bocche di derivazione.

1. Nella misura delle acque da distribuirsi agl' usi che le domandano, si servono i Periti dello spazio che occupa l'acqua in uscire dalle bocche o siano Regolatori, per introdursi negli alvei che abbiano una certa e determinata pendenza almeno per il tratto di alcune centinaja di pertiche.

2. Questo pendìo, che ordinariamente viene determinato di 4 once al più ogni cento pertiche, si pretende poter egli fissare la velocità dell' acqua corrente.

3. Ma l'effettiva misura consiste nella quadratura dell' area dell'acqua, dividendosi lo spazio che contiene in piedi ed once, cosichè 144 once quadrate formano il piede quadrato, detto propriamente in queste nostre parti *quadretto*: L'oncia quadrata vien detta *punto*, de' quali 144 si forma esso *quadretto*.

4. La denominazione però ordinaria che corre, si è, che un *quadretto* porta once dodeci di acqua, e dodeci punti ne porta un' oncia.

5. E generalmente data l' area di una bocca di acqua corrente in once quadrate o punti, se si dividerà questa per 144, ne provengono i *quadretti* con gli avanzi o rotti: v. g. se si averà una bocca larga 150 once con altezza viva di acqua di once 42, moltiplicando questi due numeri insieme, sarà il prodotto 6300, che diviso per 144, dà il quoziente 43 *quadretti*, e punti 108, cioè secondo il linguaggio de' Periti 43 *quadretti* ed once 9.

6. Nè viene punto distinto, che l'area occupata dall'acqua sia più alta o più bassa, più stretta o più larga, bastando per la pratica corrente, che nella bocca vi sia numero eguale di piedi quadrati ed once, per pronunciare che la divisione sia pur essa eguale.

II.

7. Oltre le 100 pertiche ovvero 200, che vengono stabilite vicine alle bocche col pendìo di once una per ogni 25 di esse, non cercasi poi, se l'alveo nel rimanente ne abbia più o meno, bastando che l' imbocco per quel tratto sia tale, e si pretende che

che una volta che l'acqua ſia introdotta, abbia a camminar ſenza punto far riſentire quella della bocca, nè per via di rigurgito, ſe il pendìo nel progreſſo mancaſſe, nè per via di chiamata maggiore, ſe l'inclinazione dell'alveo andaſſe creſcendo. Appendice della Parte II. del Cap. V.

8. Si ſuppone per altro che le diſtribuzioni venghino fatte in tempi di acque ordinarie, contuttociò non ſi notano ſegni fiſſi e ſtabili, nè col mezzo delle livellazioni ſi rilevano le alterazioni che poſſono andar accadendo.

9. Se fatta la bocca o Regolatore della preſcritta miſura venghi conoſciuto (o perche gli altri compoſſeſſori ſe ne lamentino, o perchè il moto dell' acqua troppo veloce lo paleſi) che più acqua del dovere ella aſſorbi, vi ſi colloca un ſecondo Regolatore in certa diſtanza dal primo, perche queſto moderi il corſo, e bilanci l'acqua, chiamandoſi queſti ſecondarj Regolatori *Briglie*.

10. Poſta che ſia la Briglia non più ſi bada a qualunque pendenza maggiore o minore, che aver poſſa il condotto di derivazione.

III.

11. Circa alla direzione dell'imboccatura, non vi è preſcritta certa regola, ma ſi procura, che queſta ſia più a ſeconda del corſo del fiume da cui ſi eſtrae l'acqua, che ſia poſſibile, e che cammini per 25 o 30 pertiche parallelo ad eſſo.

12. Il ſito preciſo d' impiantar il Regolatore è dalli 18 alli 24 piedi dentro del canale di derivazione.

13. Nel rimanente a miſura del numero di *quadretti* che ſi vogliono derivare, ſi tiene largo il Regolatore, quando però l' acqua ordinaria ſia alta nel condotto un piede; onde la pratica ordinaria è, che per eſtrarre v. g. 5. *quadretti*, ſi tenghi larga la bocca piedi 5; ſe *6*, *6* &c.

14. Ma quando non vi è l'altezza di un piede, allora varj ripieghi ſi pongono in uſo da' Periti, cioè o di abbaſſare altrettanto, quanto è il difetto, la ſoglia del Regolatore, oppure di allargar la bocca tanto, coſicchè moltiplicando queſta maggior larghezza, con l'altezza data dell'acqua, ſi ottenghi il numero ricercato; e finalmente ſe ne pratica un terzo che è d'imbrigliare l'influente o condotto maeſtro inferiormente alla bocca, coſicchè reſti in queſto tanto elevata l'acqua, quanto è neceſſario per averſi quella tal miſura.

Append. della Parte II. del Cap. V.

15. Così per lo contrario, quando l'acqua da derivarsi fosse nel fiume o condotto maestro più alta di un piede, si servono i Periti di varj metodi per non lasciar correre se non quella quantità che desiderano, uno di questi si è di lasciar bensì la foglia del Regolatore di livello con quella dell' influente, ma di chiuderne, attraverso la superficie, quella porzione, ch'è oltre di un piede; altri alzano la foglia del Regolatore, quanto ricerca l'eccesso di quella tal profondità.

E tale in sostanza si è la pratica per il ripartimento dell'acque, per le irrigazioni, per gli edificj, e per altre bisogne de' paesi, delle popolazioni, e delle Campagne; si enumereranno adesso i disordini, e gli equivoci, che in queste distribuzioni vi possono essere a danno e pubblico e privato.

ARTICOLO II.

Disordini che accadono nella misura dell' acque d' irrigazione.

I.

1. Primo e massimo disordine si è, ch'essendo corrente l'acqua che si vuol derivare, e ricercandosi per sapere la quantità dell' acqua, che in un dato tempo n'esce, i numeri esprimenti la larghezza, l'altezza che ha l'acqua alla bocca, ed il viaggio suo o sia la velocità, non si tiene conto che di due, lasciandosi il terzo senza punto determinarlo al pendìo che si dà all' alveo per qualche numero di pertiche vicino alla bocca, e senza punto riflettere, che le Campagne per le quali si conducono esse acque, variano molto le cadenti, nè esser sempre in poter dell' arte, avuto riguardo a' due termini *a quo* e *ad quem*, di tirar l'alveo in modo tale, che sempre conservi l'oncia di caduta per ogni 25 pertiche; che se anche l'arte gliela potesse dare, la natura non la conserva di ordinario, sapendosi che il pendìo si varia a norma del moto, delle torbide che porta l'acqua, dell' erbe ch'entro vi germogliano, e di molti altri accidenti.

2. Se dunque mutasi il pendìo, mutasi subito anche l'estrazione dell'acqua, accrescendosi, se cresce l'inclinazione, o diminuendosi, se cala.

3. Si calcolano le aree de' *quadretti*, come la misura dell'acqua,

qua, quando per queſta dovrebbeſi calcolare un ſolido di tre dimenſioni, detto da' Geometri parallelipipedo. Append. della Parte II. del Cap. V.

II.

4. Erroneo poi al ſommo ſi è, il ragguagliare i quadretti ad eguale numero di punti, per pronunciare che Tizio e Sempronio godino v. g. pari quantità di acqua, come ſe le due aree della *figura* 4. quadrata una, e l'altra rettangola oblonga, eguali fra di eſſe, dar doveſſero eguali quantità di acqua, quando è noto per li principj dell'idrometria, che l'area quadrata darà quaſi il doppio di acqua dell'altra, ſe ſia collocata col lato minore a piombo; dimodocchè, per far che deſſero egual acqua, converrebbe che la oblonga aveſſe una baſe non di 8 parti, come la preſente, ma di undeci e più. TAV. III. Figura 4.

5. E perche al mutarſi le altezze vive dell'acque correnti, mutanſi anche le loro velocità, e per conſeguenza le erogazioni, il non fiſſarſi le dette altezze a ſegni ſtabili, ed inalterabili, rieſce ſempre di molto pregiudizio, nè può il Perito in occaſione di rivedere le derivazioni, render conto, nè meno per queſto capo della vera quantità dell'acqua che reſta eſtratta.

III.

6. Nè punto ſervono le briglie ſolite ponerſi in qualche diſtanza dentro dell'alveo per regolare l'eccеſſo della caduta, e la maggior eſtrazione dell'acqua; mentre queſta, come ſi è detto, non mai ſi modera, ſe l'alveo non è ſtabilito nella inclinazione che ricerca la natura di quelle tali acque, eſſendovi di queſte taluna che non richiede più di un piede per miglio; tal altra che ne vuole uno e mezzo, ed anche di vantaggio. E ſe bene pare all'occhio che fra la Briglia ed il Regolatore principale della bocca, cammini l'acqua con moto più lento, ciò è vero, ma in tanto l'acqua dee creſcer di corpo nella bocca, e ſuppliſce ſpeſſe volte con la maggior altezza alla deficienza apparente del moto.

7. Nè vedendoſi alcuna certa regola per piantar eſſe briglie, ben ſi può comprendere, che il ſolo caſo regola tal'operazione; quindi, per quanto ſia acuto l'occhio del Perito, ed inveterata la di lui pratica, mai ſi potrà dir con ragione, che l'acqua derivata ſia quale lo ricercano le di lei vere miſure.

8. Uno de' diſordini molto rifleſſibili ſi è pur quello di ſituare l'imboccatura delle ſeriole di derivazione, importando molto che

Append. della Parte II. del Cap. V.

questa sia piuttosto secondo un angolo, che secondo un altro, abbenchè di pochi gradi differente; mentre in ogni diversa direzione sfianca l'acqua con diverso momento, come agevole è il dimostrarlo in buona Statica per la ragione delle forze composte.

9. Ma alcune circostanze dell' alveo principale, da cui si fa l' estrazione, accrescono poi all'eccesso il sopradetto disordine delle direzioni delle bocche, cioè il sito del filone del canal maestro, e le di lui piegature: mentre se vi saranno due estrazioni eguali nelle loro bocche, ed anche con eguali pendenze, ma che una sia sotto la curvità di una volta, e l'altra in un drizzagno, a meraviglia saranno diverse le quantità dell'acqua estratte; e se tutte e due saranno anche nel medesimo drizzagno, ma che il filone passi vicino alla bocca dell'una, e un poco più lontano da quella dell'altra, notabile pure sarà il divario fra di esse.

10. Come sarà anco considerabile esso divario, se una stessa bocca restasse divisa in due o più parti eguali, avegnacchè quella che averà il filone, ne porterà maggior quantità delle altre, nè fin adesso si vede alcuna regola per adeguatamente ripartire esse acque, se non quella che nasce dalla pratica de' Periti, a cui, abbenchè debbasi deferir molto, non è però che non si abbia a cercar scrupolosamente quella precisione che può dar il buon uso della misura geometrica dell'acque.

11. Nè può supplirsi col procurare di diriger le bocche per qualche spazio più a seconda che sia possibile del fiume o condotto principale; mentre, oltrechè non si può far l'estrazione senza inclinar l'alveo della Seriòla, resta poi questo, dopo poco spazio, piegato, come lo ricerca l'andamento delle Campagne, e si perde ben tosto gran parte di que' vantaggi che si credevano guadagnati. Se ne faccia l'esperienza sopra due Seriòle, che abbiano la stessa bocca ed estrazione, e che vadino bensì a terminare nel medesimo sito, ma con cammino differente, uno più corto, e l' altro per le piegature più lungo, e si conoscerà quanto più prontamente scaricherà l'alveo più breve del più lungo.

IV.

12. Circa poi l'estrazione effettiva, non avendosi verun riguardo alla profondità del canale maestro, ma unicamente a stabilir le bocche della divisata misura, può in molti modi restar alterata la vera quantità che di estrarre s'intende, tanto se il fondo dell' alveo maestro è maggiore, eguale, o minore dell' altez-

za,

za, a cui reſta poſta la ſoglia, mentre ſe maggiore, eſtratta l' acqua in ſuperficie, alla ſola altezza di un piede, ve n' anderà aſſai di meno, che in quella bocca, che aveſſe la ſoglia egualmente alta, ma di livello col fondo dell' alveo principale, mentre l' acqua và di ſua natura a trovar gli alvei più profondi. Nè in in verun modo, come ſi è veduto al num. 4. di queſto articolo, può ſupplire la maggior larghezza della bocca, quando ſenz' altra avvertenza, queſta ſi dilataſſe ſol tanto, quanto importaſſe la ſolita quadratura. Append. della Parte II. del Cap. V.

13. I ripieghi, che pur ſi adoprano, per bilanciar l'acqua inveſtita in eſſe bocche, meritano i ſuoi rifleſſi; così l'imbrigliar l' alveo maeſtro ſenza una preciſa cognizione degli effetti, che può recar un tal impedimento per il rigurgito, non può che apportar de' ſconcerti, oltre al laſciarſi, ſi può dire in libertà degl' intereſſati, di porre clandeſtinamente ſopra la ſoglia della briglia de' rialzamenti ne' tempi delle magrezze, e derivarne ne' ſuoi condotti una quantità di acqua, maggiore di quella che loro appartenga.

14. Ben più dannoſo è quell' altro ripiego, di limitare le bocche che hanno una maggior profondità, col ſerrarne una parte alla ſuperficie dell'acqua, mentre per quanto poco che queſte ſerraglie ſieno alte, è incredibile, come velocitano le acque che vi paſſano per di ſotto.

ARTICOLO III.

Metodi per declinare da' diſordini predetti nelle derivazioni dell' acque de' condotti.

I.

1. In due modi ſi può miſurare l'acqua corrente, o con aſſoluta, o con relativa miſura. Miſura aſſoluta s'intende il determinare quanto in un dato tempo, per una data bocca, uſcir poſſa di acqua. Miſura relativa vuol dire, la proporzione di qualunque quantità uſcita, dentro un certo tempo per una o più bocche, o riſpetto ad un' altra quantità uſcita nel medeſimo tempo, oppure riſpetto ad alcuna delle quantità eſtratte; come per eſempio, conoſcendoſi che in un quarto d'ora per una bocca limitata eſchino ſei botti d'acqua, all' ora ſi conoſce la quantità aſſolu-

Append. della Parte II. del Cap. V.

soluta di quell' acqua uscita ; ma se date varie bocche, estratte da un alveo, si può conoscere che una di esse scarica una quantità d' acqua, che a quella che scarica l'alveo intiero del condotto dentro del medesimo tempo, abbia la proporzione di 4 al 9, e che le quantità estratte da due di esse bocche, stiano fra di loro come 3 al 2, allora si conosce la quantità relativa dell' acqua, non l'assoluta.

II.

2. Forniscono la Geometria e la Statica il modo di rilevare e nell'una, e nell'altra maniera le quantità suddette, e di già ne' Capitoli antecedenti ne abbiamo dato il metodo ; quanto però è difficile l'aversi le quantità assolute, altrettanto piano e facile è l'ottenersi la relativa, non ricercando maggior studio di quello, che impiega un esperto bombardiere per accertare con ragione il getto delle bombe.

3. Va solo a vedere, se la misura relativa dell' acque può esser sufficiente per la di loro retta distributiva, ed in fatti purchè questa resti appoggiata a certe regole, fondate sull' osservazione, e sulla pratica, non pare aversi a dubitare, che tale riuscir non debba ; onde lasciando la misura assoluta, si atterremo semplicemente alla relativa, con la morale sicurezza, che in tutte le parti si ponga nel vero suo diritto la più reale distributiva.

III.

4. Con tali fondamenti adunque, e dalle molte esperienze fattesi, pare che quando per una bocca di un piede quadrato, o di due, o di tre, con altezza conveniente, e col condotto di proporzionata capacità, sgombrato da atterrazioni, e da altri impedimenti, cammini l'acqua liberamente con tal moto, sicchè in un' ora faccia v. g. mille passi Geometrici, o pertiche Padovane 833, questa tal acqua, con tal moto, possa di ragione esser considerata per un *quadretto*, due o tre, a misura dell'area della bocca, per cui esce.

5. Non essendo però difficile il fissar tal emissario, e tal moto, se non altro per ora, in via di supposizione, ideale bensì, ma, che presto diverrà reale, ecco a buon conto la base di tutte le distribuzioni delle acque da farsi in ogni sito di qualunque fiume nel modo e forma, che si anderà esponendo.

6. Per far ciò, sarà poi necessario che il Perito ben concepisca le mi-

misure di questa bocca regolatrice, e che procuri anco col disaminare alcuna di quelle, che attualmente sono in essere, vedere se in fatti il caso portasse a rinvenirla disposta secondo al movimento predetto fondamentale dell'acqua, e con ciò risparmiare il tedio dei calcoli, e delle deduzioni. Append. della Parte II. del Cap. V.

IV.

7. Si abbia una palla di cera di grossezza di un'oncia in circa di diametro la quale calata nell'acqua, resterà per la maggior parte profondata, essendo che la cera è quasi della medesima gravità specifica dell'acqua; si ponghi dessa nello spirito o filone del condotto, ed aggiustato prima un orologio a minuti, osservisi, se l'acqua uscente dalla bocca di derivazione faccia i mille passi sopradetti nello spazio di un ora o sieno 60 minuti, seguitandosi nel suo cammino sino a quel termine, il che quando succeda, si potrà prender questo condotto per base delle altre *erogazioni*, come che scaricherebbe l'acqua con la velocità reale che si cerca per regola e norma; dovendosi però avvertire, che seguitando la palla, di cui si è detto con l'orologio alla mano, se o dal vento, o dal corso obliquo, o da qualche altro accidente venisse portata a riva, di proccurare che di nuovo, e con la necessaria prestezza sia rimessa nel filone, perchè segua il proprio corso.

8. Che se questa bocca regolatrice per avventura non si trovasse su quel tal fiume, ma che, poste per altro le cose espresse di sopra circa alle misure e buona situazione, si avesse riconosciuto con replicate osservazioni, che il viaggio fatto in un' ora fosse o maggiore, o minore dei passi mille, in tal caso sarà da regolar questa bocca nel modo che segue, perchè servir possa di fondamento alla portata di un *quadretto*. Si moltiplichino mille passi per la larghezza della bocca ridotta in once, e si divida per il numero de' passi trovati; il quoziente che ne risulterà sarà il numero in once, che aver dovrebbe questa bocca, acciocchè in un'ora la di lei acqua cammini un miglio, tenuta però sempre alla medesima altezza della bocca regolatrice.

V.

9. Sia per esempio la larghezza once 12, e l'acqua che per questa bocca uscisse conservata sempre alla medesima altezza dell' altra, che serve di base allo sperimento, cammini in un'ora non più di passi 800 geometrici, sarà moltiplicando 1000 per 12, il pro-

Append. della Parte II. del Cap. V.

prodotto 12000, che diviso per 800 darà 15 in vece delle 12 once, ed in tal modo darà in un'ora tant'acqua, come la fissata per la misura d'un quadretto.

10. Ma se camminasse in un'ora passi 1300, allora dovendosi pur multiplicare 1000 per 12, si avrà ancora il prodotto 12000, ma che diviso per 1300, sarà il quoziente once 9 punti $2\frac{1}{4}$ in circa, sicchè la bocca dovrebbe restringersi a questa misura, per aversi la quantità determinata come sopra.

11. E con tal metodo la cosa anderebbe sicura, ma è d'avvertirsi, che esso non serve, che al più per que' regolatori, che abbino i condotti dritti, almeno per un miglio, e ne' quali sia in arbitrio l'allargar solamente le bocche senza alterar punto loro le altezze vive, cioè lasciando nella positura di prima la soglia. Il condotto deve esser dritto per un miglio, perchè la palla, dove il corso fosse tortuoso, anderebbe troppo frequentemente ad attaccarsi alle rive, e l'osservazione riuscirebbe troppo fallace per servir di fondamento ad una retta distribuzione.

VI.

12. Data dunque la stessa bocca, sia da mutarsi l'altezza viva dell'acqua senza alterare la larghezza, ma coll'abbassare, o alzar, la soglia, sicchè dia tant'acqua, come la bocca d'un quadretto, l'acqua del quale faccia mille passi in un'ora, come è stato supposto. Si faccia quest'altezza eguale al prodotto, che nasce dalla moltiplicazione della larghezza nella radice cubica del quadrato di mille, e si divida per la radice cubica del quadrato de' passi osservati nel condotto in maggior o in minor numero delli mille supposti.

VII.

13. Sia l'esempio preso di sopra, cioè faccia prima l'acqua del condotto non più di passi 800 all'ora, essendo però che il quadrato di 1000 e 1000000, la di cui radice cubica è 100, questa moltiplicata con 12 produce 1200, ed il quadrato di 800 essendo 640000, la di cui radice cubica prossima è 86, se questo numero dividerà 1200, il quoziente sarà 14 once in circa; due once adunque sarebbe da abbassarsi la soglia per aversi l'intento; e nel secondo caso, quando cioè camminasse 1300 passi all'ora, si avrebbe ad alzare essa soglia once 2, essendo che il quadrato di 1300 è 1690000, e la sua radice cubica

prossi-

proſſima è 119, numero che dividendo 1200 laſcia 10 proſſimamente. Append. della Parte II. del Cap. V.

14. Se la bocca foſſe larga due, tre o quattro piedi, ed alta uno, il calcolo ancora procederebbe con lo ſteſſo metodo, tanto tornando nel doverſi mutare l'altezza, che la larghezza, avvertendo ſolo di moltiplicare in vece delle 12 once con il numero 1000, le 24, 36, 48 ec. numeri delle once, eſprimenti la larghezza di eſſa bocca.

VIII.

15. Per altro ſarà ſempre più a propoſito il far le oſſervazioni radicali, che tali ſi potranno chiamar quelle, che danno il fondamento alle più preciſe miſure ſopra de' Regolatori di conveniente larghezza ed altezza, per declinare poſſibilmente dalle reſiſtenze delle rive e del fondo, e nel caſo di averſi a regolar le bocche, perchè dieno la quantità predetta, preſciegliere ſempre il dilatar la bocca più toſto, che alterar la ſoglia, eſſendo che queſt'ultima maniera reſta ſoggetta a molti equivoci, e può non mediocremente alterare il giuſto rapporto delle acque. Rendeſi pur neceſſario, che il condotto, ove ſi vorranno fare queſte oſſervazioni, oltre l'eſſer diritto per il tratto d' un miglio, ſia ancora di ſponde poſſibilmente parallele, e largo a proporzione.

16. E' da notarſi, che per ſtabilire queſti condotti fondamentali, non ſolamente devono eſſi avere le condizioni ſopra eſpreſſe, ma è anco affatto neceſſario, che non ſiano interſecati con roſte o arelate, inſervienti all'uſo degli edificj, o de' peſcatori, anche ſe collocati foſſero in diſtanze conſiderabili dalle bocche, eſſendo manifeſto, che recarebbero del rigurgito, valevole a turbare la retta oſſervazione, ſarà dunque da ſcieglierſi condotti liberi, limitati nelle loro bocche, come ſopra, e nelle circoſtanze che ſopra rimangono eſpoſte.

IX.

17. Non eſſendo sì agevole il ben determinare col mezzo del galleggiante il preciſo cammino di un' acqua corrente, allora in ſpecie, che il condotto di derivazione piegaſi, come accade per l'ordinario, in molte tortuoſità; quindi come che il metodo è aſſai facile, ma pur troppo ſoggetto a farci incorrere in non lievi errori, nè valevole a ſervire in tutte le occaſioni, ſe ne

Append. della Parte II. del Cap. V.

darà un'altro non punto più difficile, più compendioso, e sicuro, e che servirà per tutte le quantità delle acque da estraersi, per qualunque condotto dritto o torto, breve o lungo, libero o rigurgitato che fosse, insomma lontano da tutti i possibili accidenti, e soggetto solo a quelle eventualità di maggiore, o minore precisione, alle quali resta sempre esposta ogni operazione, che deve esser praticata col mezzo degli strumenti; ma tutti gli errori, che possono accadere, in paragone dei disordini ordinarj, che succedono nel prendersi le misure, si possono riputare, come se non vi fossero, essendo affatto insensibili.

X.

18. In ciascun fiume, ridotto allo stato di permanenza, stabilito un Regolatore, e notato per alcuni minuti col galleggiante il moto che fa, si calcoli col fondamento del *quadretto* razionale determinato di sopra la quantità dell'acqua che porta, avuta la quale si potrà poi derivarne qualunque data porzione per uno o più condotti, secondo che sarà stimato proprio, e che la quantità estratta sia tale, che non dimagri soverchiamente il fiume, nè levi agli altri inferiori maggior porzione di acqua del dovere; Per ottenere il che si prepari il seguente strumento.

19. Si faccia tornire una palla di legno pesante ben secco, e non soggetto allo sfendersi, come sarebbe la noce, e preparatovi un foro di un quarto di oncia di diametro, penetri questo fino al centro di essa palla, come AB nella palla BC, e questo buco si faccia empire di piombo liquefatto. Il diametro di questa palla sia un'oncia poco più o poco meno, e per attaccarla abbia l'anello di metallo C. Si prepari poscia una squadra di ottone o di legno ben forte FAC, col suo quadrante BEC diviso in 90 gradi, come è l'ordinario, fatto poi un picciolo foro nel braccio più corto AC cioè GH attraverso della grossezza del braccio della squadra, raccomandata in appresso essa palla ad un forte filo di seta cruda all'anello C, si faccia esso filo passare per GH, e si assicuri in G con un gruppo o in altro modo, finalmente si appenda al centro A (che esser deve a tal fine pertugiato) un pendolo D mediante un sottil filo di seta AED, e lo strumento sarà preparato.

Tav. III. Figura 5.

Figura 3.

XI.

X I.

20. L'uſo è il ſeguente: Sia l'acqua corrente MN; ſi ponga l'oſſervatore a cavaliere di eſſa in un regolatore fatto con ſponde perpendicolari, ſe queſto trovaſi nel condotto, e gioverà il farlo, quando non vi foſſe, indi attaccata la palla al filo predetto, che ſia lungo a miſura del biſogno e per l'immerſione, e per il ſito, ove deve collocarſi l'oſſervatore in altezza certamente di qualche piede dalla ſuperficie dell'acqua, s'immerga la palla P ſotto di eſſa ſuperficie, il che fatto, il corſo ſubito la traſporterà fino ad un certo termine: S' inchini allora la ſquadra FAC in modo, ſicchè il filo a cui è raccomandata la palla tocchi e baci tutto il braccio AF più lungo, e tenendo il piano dello ſtrumento a piombo, ſi oſſervi qual grado ſegni il pendolo D, ſarà l'arco compreſo fra queſto punto, ed il punto B, l'angolo, che ſi chiama della deviazione, e ſervirà per rintracciar la velocità dell'acqua.

21. E' perchè le acque hanno diverſo moto, maggiore cioè più verſo del fondo, e minore più verſo della ſuperficie, però ſe il fiume o condotto abbia un'altezza di due, tre o quattro piedi di acqua, ſarà bene praticarvi tre o più differenti oſſervazioni, una quaſi a fior d' acqua, l' altra a mezza l' altezza viva, e la terza più verſo del fondo, il che ſi potrà fare o abbaſſando per una data miſura lo ſtrumento, oppure ſenza muover queſto, coll'allungare ſemplicemente il filo della palla, purchè queſti allungamenti ſiano eguali, e perchè è pur diverſo il moto nel mezzo, o dove ſi trova il filone riſpetto a quello vicino alle ſponde, perciò ad oggetto che l'oſſervazione ſia eſatta al poſſibile, in tre luoghi per lo meno ſaranno da praticarſi gli ſperimenti, e qualche volta in 4, 5 ed anche più ſe il fiume aveſſe larghezze conſiderabili, ma ne' piccoli fiumi e condotti d'irrigazioni baſteranno le tre predette.

X I I.

22. Per eſempio ſiano gli angoli delle prime tre immerſioni nel filone del condotto o fiume, gradi 10. 8. 6; gli angoli delle tre altre verſo della riva deſtra gradi 8. 7. 6, e quelli verſo la ſponda ſiniſtra 7. 5. 3; ſi ſommino aſſieme a parte a parte, e ſi avranno 24, 21, 15, che diviſe ad una ad una per il numero delle immerſioni 3, daranno reſpettivamente 8, 7, 5 per i loro

Append. della Parte II. del Cap. V.

angoli *medii* o *ragguagliati*; ſommati i quali da nuovo danno 20, numero che diviſo ancora per quello delle ſtazioni cioè per 3, laſcia gradi 6, e minuti 40. per l'angolo *medio* della deviazione, vale a dire, che ſe un condotto eguale in altezza e larghezza col dato ſi moveſſe in tutte le di lui parti con moto tale, che ſpingeſſe fuori del perpendicolo la palla per gradi 6, e minuti 40, queſti due condotti ſcaricherebbero in egual tempo, eguali quantità di acqua.

23. Avuto l'angolo *medio* della deviazione, ſi dovrà pur riconoſcere col livello l'inclinazione del canale di derivazione, e per conſeguenza ſarà noto anche l'angolo, che queſta tale inclinazione farebbe coll'orizontale: Se dunque ſi moltiplicherà il ſeno del complemento dell'angolo di deviazione con la tangente dell'angolo *medio* della deviazione predetta, e ſi dividerà il prodotto per la differenza, che corre fra il ſeno del medeſimo angolo del complemento, ed il ſeno dell'angolo d'inclinazione dell'alveo coll'orizontale, e di queſto quoziente ſe ne eſtrarrà la radice quadrata, ſarà queſta la velocità competente a quel condotto, o Seriola, o a quel fiume, ſu di cui ſarà ſtata praticata l'oſſervazione.

24. Ma perchè e l'angolo dell'inclinazione dell' alveo è ſempre di una ſprezzabile apertura, e per ordinario ne' condotti non guari differente da quella del fiume principale, e trattandoſi di ſole quantità relative, perciò in pratica ſenza ſenſibile errore, potendoſi ſupporre come un zero, eſſo angolo d'inclinazione, diventerà la velocità ſemplicemente, come la radice quadrata dell'angolo della deviazione, il che renderà aſſai facile il calcolo. Che ſe alcuno voleſſe pur ſcrupolizzare anche ſu le differenti inclinazioni degli alvei, queſto in tal caſo non avrà che a ſervirſi della formola ſoprapoſta, ed avrà l'intento con la maggiore geometrica preciſione.

XIII.

25. Per facilitare l'uſo di queſto Canone ſi danno nella Tavola, che ſarà regiſtrata al §. XVIII. num. 36. le radici quadrate di tutte le tangenti di grado in grado, cominciando dal zero, fino al grado 70, mentre per condotti di derivazione ad un tal angolo di deviazione forſi mai non arriverà la ſalita della palla. Eſſa Tavola ſi è calcolata con le radici proſſime, quando i numeri ſono ſordi, e quei numeri, che hanno unito il ſegno + dinotano, che la radice è qualche poco eccedente la vera quantità, come per lo contrario quei nu-

me-

meri che hanno unito il segno —, moſtrano che ſono di qualche frazione mancanti della vera radice; ma tali difetti non turbano ſenſibilmente il calcolo, coſicchè ſi poſſono prender per veri ſenza tema d'ingannarſi. Append. della Parte II. del Cap. V.

26. Veniamo agli eſempli, e prima ſia da eſtrar l'acqua da un fiume in una data quantità. Se dunque in queſto vi è Regolatore, vi ſi pratichino le oſſervazioni con la ſquadra a pendolo, e ſe non vi è, ſe è facile e di poca ſpeſa, ſi faccia fare; e ſe il piantarlo foſſe di qualche impegno ſi tralaſci, e ſi operi nel modo che ſegue: Si tenda una ſottil corda da riva a riva ad angoli retti con queſte, e ſi divida in tre parti eguali, ſe il fiume non è molto largo, e in maggior numero ſe foſſe di maggior dilatazione; ed in ogn'una di queſte diviſioni ſi faccia ſtabilmente un ſegno viſibile: Se vi ſi poteſſe gettar un ponte con una tavola ben reſiſtente, ſarebbe meglio della corda per le oſſervazioni, avendola prima ſegnata come ſopra; dipoi in tutti e tre li diverſi punti notati ſi pratichino le oſſervazioni degli angoli di deviazione, o con eguali immerſioni, ſe la lunghezza del filo della palla non ſi vuole alterare, oppure tenendo fiſſa la prima immerſione coll'allungar mezzo piede o un piede per volta, acciocchè la palla abbia campo di ſcandagliar il moto più lontano dalla ſuperficie, egualmente per altro rilevandoſi il moto e nell'uno, e nell'altro modo, che ſempre torna lo ſteſſo, come di ſopra ſi è accennato; e notati diligentemente tutti gli angoli di deviazione, ſe ne ricavi, come ſi è detto al §. XII. n. 22. l'angolo medio, che ſia in grazia di eſempio di gradi 6 e 40 minuti, come ivi fu per ſuppoſizione determinato.

27. Fatta queſta prima oſſervazione, ſi prenda l'eſatto ſcandaglio della ſezione del fiume, ſcandagliandola con eguali intervalli, e col maggior poſſibile numero di ſcandagliate, e ſommate aſſieme tutte le miſure che daranno, e diviſo il prodotto per lo numero di eſſe ſcandagliate, ſi avrà l'altezza *media* o *ragguagliata* di detta ſezione in piedi ed once; abbiaſi pure la larghezza del fiume, e ſe per eſempio l'altezza ragguagliata ſia piedi 6:4 e la larghezza piedi 20; ſi moltiplichi un numero per l'altro, e ſarà il prodotto 127, ommettendo una picciola minuzia che non rileva; poi ſi vadi alla Tavola del §. XVIII. n. 36, e ſi oſſervi, che al numero di gradi 6 corriſponde 102, a quello di 7, 111; onde per i minuti 40, che vagliono $\frac{2}{3}$ di grado, ſarà il numero proporzionale (dicendo, ſe 60 dà 9, coſa darà 40?) 6, da aggiongere

Append. della Parte II. del Cap. V.

gere al 102, e diverrà 108, numero esprimente la velocità, come si è detto al num. 24 del §. XII, onde moltiplicando 108 per 127 viene 13716 per la quantità dell'acqua del fiume.

28. Dipoi col galleggiante osservisi il reale moto di esso fiume per dieci ovvero venti minuti primi d'ora, e da ciò si riconosca con la regola aurea, che in un'ora faccia v. g. 900 passi geometrici; in tal caso non sarà vero che contenghi quadretti 127, come risulta dalla moltiplicazione ordinaria dell'altezza nella larghezza della sezione; e perchè la velocità non dà i mille passi stabiliti in un'ora, è dunque da trovarsi questa differenza nel modo che segue:

29. Si moltiplichi mille per la larghezza della sezione ritrovata, che fu 20, ed il prodotto 20000, divida il prodotto del numero de' passi, che sarebbe per l'osservazione il galleggiante in un'ora, che sono 900, con l'area ritrovata 127, e verrà 114300, dividendo pertanto questo numero 114300 per 20000, ne proviene $5\frac{3}{4}$, che sarà la nuova altezza ragguagliata del fiume, che avrà a moltiplicar la larghezza 20, onde aversi il vero numero de' *quadretti*, e però saranno questi 113, con differenza di *quadretti* 14 di meno di quello portava la pratica ordinaria; sicchè secondo a' posti principj fondamentali, quel tal fiume si può dire, che porti realmente *quadretti* 113 di acqua.

XIV.

30. Siano da derivarsi sei di detti *quadretti*. Si estragghino pure all'uso ordinario, tenendo larga la bocca piedi 6, ed alta uno, e si formi un Regolatore alterabile, il condotto si perfezioni, e vi si dia l'acqua, che vi cammini per qualche tempo, dopo il quale siano da rettificarsi le misure, che da prima furono solamente abbozzate. E perche dal fiume in quistione è seguita l'estrazione di 6 quadretti di acqua, però nel nuovo condotto sarà da esaminarsi col galleggiante il moto che hà l'acqua, se maggiore, o minore di mille passi all'ora, e secondo quanto si è detto al §. VI num. 12. si avrà a mutare o il sito della soglia, o la larghezra della bocca di estrazione, come più sarà in grado, ma sempre nelle misure, che saranno dinotate dal calcolo, ed in tal modo resteranno estratti i sei *quadretti* senza equivoco alcuno.

XV.

31. Ecco un altro metodo facilissimo da rettificar l'operazione

ne che darà i veri *quadretti* dell' acqua nel caſo propoſto in numero di ſei. Si moltiplichi la larghezza del Fiume nell' altezza ragguagliata, ritrovataſi quella di piedi 20, e queſta di piedi $6\frac{1}{7}$; e queſto primo prodotto ſi moltiplichi con quel numero che riſponde alla ritrovata velocità 108; indi queſto nuovo prodotto ſi moltiplichi col numero, ch' eſprime i *quadretti* da eſtraerſi, che nel caſo preſente è 6; e queſto total prodotto ſi divida per l'altezza viva della nuova bocca, che nel noſtro eſempio è l'unità moltiplicata nel numero eſprimente la velocità ragguagliata della nuova bocca, che ſia v. g. di gradi 5, a cui nella Tavola riſponde 93 ed il prodotto reſti poi moltiplicato nel numero eſprimente i *quadretti* reali che porta il fiume avanti la derivazione, ch' è 113; e queſto quoziente ſarà la larghezza della nuova bocca, la quale ſe ſarà maggiore o minore delli piedi 6, ſi dovrà ridurre a quella tal miſura ritrovata: nel caſo preſente, facendo il calcolo, ſi trova che verrebbe piedi 7 ed once 10, onde ſarebbe d' allargarſi un piede ed once 10, acciochè dia la porzione, che ſe gli è deſtinata; il proceſſo dell' operazione è il ſeguente:

Append. della Parte II. del Cap. V.

93	20
1	$6\frac{1}{7}$
93	127 $\frac{1}{7}$
113	108
339	13716
1017	6
10509	82296

$10509 \mid 82296 \mid 7\frac{8733}{10509} = 7.10$

$\frac{73563}{8733}$

$10509.8733 :: 12.9\frac{10215}{10509} = 10$

XVI.

32. Poniamo un' altro eſempio, nel quale la velocità media della bocca ſuperi quella del fiume principale, e ſia di gradi 9; Per la Tavola del §. XVIII. n. 36. gli compete 126, e conſervando per altro le ſteſſe coſe, ſarà il calcolo

Append. della Parte II. del Cap. V.

126	20
1	6½
126	127+
113	108
378	13716
126	6
126	82296
14238	

14238|82296|5. 2.

da cui si viene a comprendere, che basterà che la bocca sia larga piedi 5. 2 in vece delli *6*, per dare la quantità ricercata. Ecco pertanto, come al cambiarsi delle velocità del fiume, e de' canali delle derivazioni, si muta anco la vera quantità de' *quadretti*, e come il metodo che quì si è posto con molta facilità, chiarezza, e brevissimo calcolo, la fa rilevare, con la sola suppossizione di aversi fatta l'osservazione fondamentale nel fiume da cui si ha da estrar l'acqua.

33. Resta pur manifesto il modo, col quale si può togliere qualunque altro corpo di acqua dal medesimo fiume, bastando mutar i numeri che lo esprimono, ne' calcoli soprapossti, nè il Perito ha da levarsi dalla sua pratica nella prima estrazione, ma solo aggiustar le misure nella rettificazione che se gli rende necessaria, dopo che l'acqua si sarà bilanciata nel condotto, come si è notato ne' numeri anteriori.

XVII.

34. Sarà ancora molto facile il sapere quant' acqua si possa estrarre per servigj privati da un dato fiume, senza impoverirlo soverchiamente di acque, e senza pregiudicare a quelli che per avventura fossero inferiori, ed avessero li suoi usi antichi; mentre quando con la pratica e calcolo, esposti ne' §. §. antecedenti, si può conoscere la vera quantità de' *quadretti* ch' esso fiume porta, si può altresì calcolare il più ed il meno che se ne potesse levare, allorchè il fiume nel progresso riceveste delle nuove acque, o delle proprie ne somministrasse alle Campagne o Valli, quando fosse disarginato; nel qual caso, prima di piantar la distributiva dell' acque, converrà certificarsi di tal esuberanza, o deficienza, col replicar l'operazioni predette in varj siti, per poi calcolare con ragione e fondamento sopra le *erogazioni* da farsene, avuto riguardo all' intiero sistema del medesimo fiume.

35. Fi-

35. Finalmente con la medesima facilità si potrà rettificare qualunque condotto o Seriòla, posta sopra qualunque fiume, mentre dato il quantitativo dell'acqua dovuta a Tizio, e per lo numero 31 del §. XV. conosciuta la reale quantità che porta o il fiume principale, o qualunque de'condotti, col prendersi quello o alcuno di questi per base fondamentale, riuscirà egualmente facile il sapere, se i riparti siano giusti, trascendino, o manchino. Altri esempj non si allegano, mentre bastanti si reputano i sovrapposti, ed il recarne di nuovi non servirebbe, che a tediare i leggitori, e talvolta a confondere i meno versati. Append. della Parte II. del Cap. V.

XVIII.

36. *Tavola delle velocità rispondenti a gradi differenti di deviazione.*

Gr. 1	41 +	Gr. 24	211 +	Gr. 47	328 +
2	59 —	25	216 +	48	333 —
3	72 —	26	221 +	49	339 —
4	84 +	27	226 +	50	345 —
5	93 —	28	230 —	51	351 —
6	102 —	29	236 +	52	358 +
7	111 +	30	240 —	53	364 —
8	118 —	31	245 —	54	371 +
9	126 +	32	250 +	55	378 +
10	133 +	33	255 +	56	385 +
11	139 —	34	260 +	57	392 —
12	146 +	35	264 —	58	400 —
13	152 +	36	269 —	59	408 +
14	158 +	37	274 —	60	416 —
15	163 —	38	279 —	61	425 +
16	169 —	39	285 +	62	434 +
17	175 +	40	289 —	63	443 +
18	180 —	41	295 +	64	452 —
19	185 —	42	300 —	65	463 —
20	191 +	43	305 —	66	474 +
21	196 +	44	311 +	67	485 —
22	201 —	45	315 —	68	497 —
23	206 —	46	322 +	69	510 —
				70	524 —

XIX.

Append. della Parte II. del Cap. V.

37. Resta da avvertire che la velocità dell'acque correnti, come anche si è espresso al §. XI. n. 21, essendo maggiore più verso il fondo, minore più verso della superficie, rimane questa prevalenza di moto alterata sensibilmente dalle resistenze del fondo; così anco benchè nel mezzo di un canale corra l'acqua più veloce di quello faccia vicino alle rive; e facendosi le resistenze di dette rive, e del fondo maggiormente risentire, dove l'acqua è minore di corpo, ne proviene, che in parità di circostanze, abbenchè si abbia lo stesso pendìo in due diversi canali, correrà però sempre meno quello che v. g. avrà un piede di altezza, ed altrettanta larghezza di un altro, che sia maggiore ed in larghezza ed in profondità; cosicchè nel calcolo fondamentale, allorchè vien supposto che l'acqua debba far un miglio di cammino all'ora, si avrà ad attendere anco a tali accidenti, battendo un dieci per cento, se l'acqua fosse di corpo oltre li *6 quadretti*, nulla battendo se l'acqua fosse dalli sei alli tre, ed aggiongendo il dieci per cento, se fosse minore delli tre *quadretti*.

38. Nel qual caso in tutti que' numeri, ne' quali si è supposto che quello di mille passi moltiplichi o divida qualche altro numero, basterà di sostituire o il 900, ovvero il 1100, secondo l'esigenza, e si averanno prossimamente le desiderate quantità; che se anco lo stesso numero di 1000, quantità assunta come la più ragionevole, si credesse o deficiente o esuberante, il che non pare, ciò non ostante sussistono tutte le predette regole, solamente che si abbia l'avvertenza di mutar il numero 1000 ivi preso per fondamentale. Si è voluto aggiongere anche questa notazione, acciocchè sempre più si rilevi l'universalità di questo metodo, nel quale una volta che si abbi determinata la sola quantità di un cammino ragionevole, che può far l'acqua dentro un certo tempo, non vi è più difficoltà per fissare stabilmente tutte le misure di ogni e qualunque derivazione in ogni e qualunque condotto.

CA-

CAPITOLO SESTO.

Dell' unione e diviſione dell' acque correnti, con le leggi del loro creſcere e ſcemare.

I.

UN fiume che ponga capo in un altro fiume, non lo fa creſcere già a miſura della quantità dell'acqua che vi porta, come accaderebbe ſe l'acqua veniſſe conſiderata a guiſa di un ſolido, ma ſolamente creſce per quanto gli viene permeſſo dalla maggiore o minore velocità sì dell'influente, che del recipiente. Così per lo contrario, ſe ad un fiume col mezzo d'un canale verrà ſcemata una certa quantità di acqua, dovrà eſſo abbaſſarſi di ſuperficie a norma del moto che avrà ed il canale di derivazione, ed il fiume da cui ſi diſtrae l'acqua; e tali alterazioni riſentir ſi debbono non ſolo nelle parti inferiori al ſito ove o ſi pone, o ſi eſtrae l'acqua, ma ancora nelle ſuperiori; con qual legge poi, ciò per anco ha molto dell' oſcuro; quello che ſembra certo ſi è, che tanto nel caſo dell'unione, che della derivazione, conviene che la ſuperficie ſi vadi accomodando in una proporzionata cadente; e comechè l'impreſſione che naſce da una tale anomalia non giugne per lo più a turbare tutto l'alveo del fiume, ſe queſto corre per lungo tratto, così ſi riduce il più difficile del problema a trovare il punto, ove la ſuperficie alterata ſi confonde ed uniſce con l'inalterata dopo ſeguito il bilanciamento dell' acque, il qual punto in rigore geometrico dovrebbe ſcorrere e trovarſi fino al principio o fonte del fiume, quando una curva regolare foſſe, com'eſſer dovrebbe, la di lui ſuperficie; ma tanti ſono gl'impedimenti ed oſtacoli che il corſo dell'acqua da per tutto incontra, che queſta legge non ſi oſſerva in fatto, ed in ogni fiume vi è realmente un punto, oltre il quale non paſſa l'azione del rigurgito. Ciò però, per quanto ſarà in poter dell'arte, conſidereremo in altro Capitolo, ove ſi tratterà delle cadenti de' fiumi, delle loro piene e magre; e ci baſterà adeſſo di cercare l'alzamento o lo ſcemamento che può ſeguire in un fiume per l'aggiunta o derivazione di una data quantità di acqua.

CAP. VI.

II.

Intendasi che l'altezza del recipiente avanti l'ingresso di un nuovo influente sia la AB, la sua larghezza in una sezione regolata sia LM, l'altezza sotto di cui corre l'influente avanti l'unione sia FG, la sua larghezza HI; introdotto che sia nel recipiente predetto, dovrà questo soffrire qualche gonfiamento, si cerca di qual altezza sia egli per essere. Perche dunque l'acqua aggionta deve conformarsi alla larghezza della sezione del recipiente, si concepisca l'altezza FG dell'influente, mutata nella AE del recipiente, allorchè l'acqua di quello sia in questo passata; e perche questa nuov'acqua pesa sopra la sottoposta, perciò quella del recipiente verrà obbligata ad abbassare la sua superficie, e dal punto A ridurla v. g. in C, cosicchè anche il punto E passerà in D, e sarà ED = AC; e perciò la BD sarà tutta la nuova altezza, che avrà acquistata il recipiente, dopo l'aggiunta dell'acqua dell'influente. Si chiami AB = d, AE = x = CD, BD = z, FG = b, HI = a, LM = c, la velocità del recipiente, prima di ricever l'influente sia u, quella dopo di averlo ricevuto, ma avanti che possa esercitar la pressione, e ridursi all'equilibrio, cioè quella ch'avrebbe se corresse l'acqua dell'influente nella larghezza del recipiente = t, la velocità che realmente avrà il recipiente dopo seguita l'unione, e dopo bilanciate nel loro corso le acque = q, e finalmente la velocità che teneva l'influente nel suo alveo avanti l'unione = r. Essendochè dunque le due moli di acqua dell'influente e del recipiente, che in un dato ed egual tempo possono passare separatamente nell'alveo del recipiente, devono pur passare unitamente per esso recipiente; quindi sarà l'equazione $du + tx = qz$ e $z = \frac{du+tx}{q}$, prima formola generale; dipoi perche egual mole d'acqua, in egual tempo dee intendersi passare e per l'influente separato, e per lo medesimo influente, quando si concepisca ridotto alla larghezza del recipiente; sarà però un'altra equazione $ctx = abr$, onde $x = \frac{abr}{ct}$, e $z = \frac{cdu+abr}{cq}$, seconda formola generale esprimente tutta l'altezza BD; quindi la AD ch'è il solo accrescimento per l'influente sopra lo stato di prima

TAV. III. Figura 7.

cipiente . verrà ad essere $\frac{cdu+abr-cdq}{cq}$.

Co-

III.

Coroll. I. Se le velocità foſſero in dimezzata proporzione delle altezze ſarebbe $AD = \frac{d\sqrt{d+x}\sqrt{x-d}\sqrt{z}}{\sqrt{z}} = z-d$, che ſi riduce a $z = \sqrt[3]{d^3+2dx\sqrt{dx}+x^3}$ ed $AD = \sqrt[3]{d^3+2dx\sqrt{dx}-x^3}-d$ in cui $x = \frac{b\sqrt[3]{aa}}{\sqrt[3]{cc}}$, come ſi ricava ſoſtituendo nella formola $ctx = abr$, i valori di t ed r, che ſono $\sqrt{x}$, $\sqrt{b}$, queſto valore dunque di x ſoſtituito in quello di z, darà il valore di AD.

IV.

Coroll. 2. Nella ſuppoſizione del Caſtelli e del Barattieri, che fanno le velocità, come le altezze, ſarà $z = \sqrt{dd+\frac{abb}{c}}$, ed AD $= \sqrt{dd+\frac{abb}{c}}-d$.

V.

Coroll. 3. E conſeguentemente, ſe ſarà $u = d^{m}$, $r = b^{n}$, $q = z^{\varphi}$, cioè ſe ſaranno m, n, φ numeri quali ſi voglino intieri o rotti eſprimenti qualunque podeſtà delle altezze, per le velocità ſarà la formola generale $z = \left|d^{m+1} + a^{-1}c^{n+1}b^{\varphi+1}\right|^{\frac{1}{\varphi+1}}$ nella quale eſſendo di già eliminato x, non vi ſarà ſe non da ſoſtituire i valori di d, a, c, b. fiſſati che ſiano i ſuddetti eſponenti; ſupponendoſi z, d incognite; la ſuddetta formola darà l'equazione generale di tutte le curve degli accreſcimenti dei fiumi per l'aggionta di nuovi influenti, l'abſciſſa delle quali ſarà z, l'ordinata d; ovvero più generalmente facendo $u = d^{\frac{m}{p}}$, $r = b^{\frac{n}{p}}$, $q = z^{\frac{\varphi}{p}}$ ſi averà $cz^{\frac{\varphi+p}{p}} = cd^{\frac{p+m}{p}} \quad ab^{\frac{p+n}{p}}$ cioè $z^{\varphi+p} = \left|cd^{\frac{p+m}{p}} + ab^{\frac{p+n}{p}}\right|^{p}$, e ſi potrà determinare la relazione di z

c^{p}

a d

CAP. VI. TAV. III. Figura 8.

a d nel modo che segue. Sia $d^{\frac{p+m}{p}} = b^{\frac{m}{p}} y$ ovvero $d^{p+m} = b^{m} y^{p}$ sarà $z^{\varphi+p} = y + \frac{ab}{c}\overline{\left|\frac{n+p-m}{p}\right|}^{p} \times b^{m}$. Si costruisca la curva AE espressa dall'equazione $d^{p+m} = b^{mp} y^{\frac{p+n-m}{p}}$. Si prenda BA $= ab$ e dal punto B si descriva un'altra curva, che abbia per equazione $z^{\varphi+p} = y + \frac{ab}{c}\overline{\left|\frac{n+p-m}{p}\right|}^{p} \times b^{m}$ sarà DE $= d$, CD $= z$, e l'intercetta CE sarà il ricercato accrescimento.

VI.

Scolio I. Nel caso semplicissimo delle velocità in ragione delle altezze, servendosi della prima formola del numero precedente, si muterà questa in $dd = zz - \frac{abb}{c}$, equazione all'iperbola equilatera bA, di cui tanto il parametro bn, quanto il diametro $bm = \frac{2b\sqrt{a}}{\sqrt{c}}$; DB dunque sarà l'altezza dopo l'unione dell' acqua, e BA l'altezza, che prima di riceverla aveva il recipiente; ed essendo per la natura dell' iperbola equilatera il quadrato di BA eguale al rettangolo B $m \times b$B, cioè alla differenza de' quadrati DB, Db, si avrà in termini analitici $dd = zz - \frac{abb}{c}$, che è l'equazione proposta; onde apparisce il metodo di descrivere tal iperbola, ficchè contenghi tutti i casi possibili di questi crescimenti nati da una sopravenienza di acque; E calcolando con la seconda formola medianti le due parabole del numero precedente, saranno l'equazioni $dd = by$, BA $= \frac{ba}{c}$ e $zz = by + \frac{bba}{c}$, e se in vece di by si sostituirà il suo valore dd, sarà $zz = dd + \frac{bba}{c}$ equazione che di sopra si è trovata e costrutta.

Figur. 9.

Sco-

VII.

Scolio II. Se le velocità ſteſſero come le radici delle altezze, l' equazione che ne riſulterebbe dalla prima formola del num. V. aſcenderà alla ſeſta dimenſione nell'incognita, e ſarebbe la ſeguente $c^4z^6 - 2a^2b^3ccz^3 + a^4b^6 - 2c^4d^3z^3 - 2a^2c^2b^3d^3 + c^4d^6 = o$, che non traſcende però i limiti dell'equazione cubica, ma con la ſeconda formola poſto $\frac{m}{p} = \frac{n}{p} = \frac{q}{p} = \frac{1}{2}$ ſi avrà $z^3 = y + \frac{ba}{c}\Big|^2 \times b$, e ſupponendo $d^3 = by^2$ ſarà in tal caſo AE la parabola che eſprimerà la detta equazione, e BC quella dell'altra $z^3 = y + \frac{ba}{c}\Big|^2 \times b$ ſenza altro imbarazzarſi nella riſoluzione dell' equazion predetta aſſai compoſta. TAV. III. Figur. 8.

VIII.

La converſa propoſizione del numero II. di queſto, ſi ricava dalle ſteſſe formole ivi regiſtrate: cioè data l'altezza viva di un fiume, da cui ſi doveſſe eſtrarre una quantità di acqua, ritrovare la ſezione del canale di derivazione, coſicchè queſto ſcarichi la detta quantità di acqua, e che l'altezza viva BD diſcendi ſino in BA. L' equazione dunque $cqz = cdu + abr$ ſi muta ancora in $abr = cqz - cdu$, la quale ſcioglie il problema. Sia da levarſi per tanto una quantità di acqua, che alla prima avanti dell'eſtrazione abbia la ragione di l a p, onde ſarà l'analogia $cqz . cdu :: l . p$. e facendo $r = b^n$ ed $u = d^m$, ſarà $b = \frac{c}{a} \times \frac{l-p}{p} \times d^{m+1}\Big|^{\frac{1}{n+1}}$ da cui ſi cava l' altezza viva del canale derivante $d = \frac{a}{c} \times \frac{p}{l-p} b^{n+1}\Big|^{\frac{1}{m+1}}$ formola che fa nota l'altezza, che dopo levata la detta quantità d'acqua dovrà aver acquiſtato il fiume, da cui rimane eſs'acqua eſtratta. Che ſe ſcemata l'acqua del fiume, dopo aperto il canale derivante per una data altezza, e nota l'altezza dell' effluente b, ſi deſideraſſe la larghezza di eſſo a: Sia la prima altezza avanti la derivazione, alla ſeconda dopo che queſta è ſeguita, come e ad f, cioè. $zd :: e . f$. onde $z = \frac{de}{f}$ ſoſtituendo però queſto valore nella formola generale, come ſopra $r = b^n$, $q = z^q$ ed TAV. III. Figur. 7.

CAP. VI. ed $u = d^{n}$ sarà ridotta l' equazione alla seguente $a = \frac{c}{\varphi+1} \times \frac{e^{\varphi+1} d^{\varphi+1} - f^{\varphi+1} d^{m+1}}{b^{n+1}}$ nella quale a, d sono le incognite, e le quantità date sono c, f, b, z, ovvero se fosse data questa larghezza, e restasse incognita l' altezza sarebbe $b = \frac{c}{af^{\varphi+1}} \times \sqrt[n+1]{e^{\varphi+1} d^{\varphi+1} - f^{\varphi+1} d^{m+1}}$, ovvero per i fiumi orizontali, o quasi orizontali, dove essendo libero il Canal derivante, il fondo di questo viene anco a regolare l'altezza viva dell'acqua del fiume, cioè quella, che può agire a promovere la maggiore o minore quantità, che devesi derivare, restando l'altra inoperosa in riguardo di un tal canale da derivarsi, sarà la formola $d = \sqrt[n]{\frac{e}{f} \times \frac{cz^{\varphi}}{a+z}} = b$.

IX.

Coroll. I. Sia nella seconda formola del numero precedente $m = n = 1$, si muterà in $d = b \times \sqrt{\frac{ap}{cl-cp}}$ nella quale se si porrà $l = 4000$, $p = 3100$ numeri esprimenti le quantità dell'acqua, che passano per una data sezione del fiume, e prima, e dopo della derivazione, $b =$ a piedi 10, $a =$ piedi 200, $c =$ piedi 300 sarà, fatte le dovute operazioni, il logaritmo di $d = 1.3345034$, che risponde a piedi $21\frac{122841}{202034}$. Il valore poi dell'altezza prima, avanti cioè la derivazione, sarà $z = \frac{d\sqrt{l}}{\sqrt{p}}$ onde essendo conosciuta d, saranno pur conosciute tutte le altre quantità, e valerà piedi $23\frac{8858}{92417}$

X.

Coroll. II. Facendo $m = n = \frac{1}{2}$, che è il caso del Torricelli, del Mariotte, e di altri, si trasmuterà la detta seconda formo-

mola in $d = b\sqrt{\frac{aapp}{cc-l-p}}$, e $z = \frac{d\sqrt{ll}}{\sqrt{pp}}$, fatte le dovute ſoſtituzioni, e poſti i valori delle quantità l, p, b, a, c come ſopra ſarà logaritmo z = 1. 4846658, il di cui numero $30\frac{75446}{142405}$ dal che appare, che ſe ſi abbaſſerà il fiume per l'acqua derivata dall'effluente, coſicchè la prima altezza alla ſeconda dopo la derivazione ſia come $23\frac{8858}{92417}$ a $21\frac{122841}{202034}$ ſarà la quantità, che paſſa per una data ſezione inferiormente al ſito della deviazione, avanti che ſia eſtratta l'acqua, alla quantità che paſſa per la medeſima ſezione dopo derivata la detta acqua, come 40 al 35, nel primo caſo, e le altezze per il ſecondo caſo ſaranno come $30\frac{75446}{1424051}$ a $27\frac{146407}{157942}$.

X I.

Coroll. III. Prendendo la terza formola del numero predetto, nella quale ſi ſuppongono date e, f, d, b, c, e facendo n, φ, m = 1 per l'ipoteſi del Caſtelli ſi cerca la larghezza del canale di derivazione, ſarà però $a = \frac{cdd}{ff} \times \frac{ee-ff}{bb}$. Sia $e.f :: 9.8$; d = 20, b = 18, c = 300, ſarà il logaritmo di a = 1. 9929051, a cui proſſimamente corriſponde il numero 98, e di tanti piedi dovrebbe eſſere la larghezza ricercata del canal di derivazione, acciocchè la prima altezza del fiume reſtaſſe alla ſeconda dopo eſtratta l'acqua nella ragione di 9 al 8, ma nella ſuppoſizione che m, n, φ, ſieno eguali a $\frac{1}{2}$ ſarà la terza formola mutata in $a = \frac{cd\sqrt{d}}{f\sqrt{f}} \times \frac{e\sqrt{e}-f\sqrt{f}}{b\sqrt{b}}$, e il logaritmo proſſimo di a ſarà 1. 8900925, il di cui numero proſſimo è 78 per la ricercata larghezza.

X I I.

Coroll. IV. Servendoſi della formola generale del numero III. $z = \frac{cdu+abr}{cq}$ per averſi l'altezza reſidua di un fiume, dopo che

CAP. VI. gli sarà stata levata una certa quantità di acqua, sarà $d = \frac{cqz - abr}{cu}$ ovvero sostituendo in vece di q, r, u li valori respettivi z^{φ}, b^{δ}, d^{m} sarà $d = \left| \frac{cz^{\varphi+1} - ab^{\delta+1}}{c} \right|^{\frac{1}{m+1}}$; se dunque φ, δ, m saranno eguali ciascheduna ad un $\frac{1}{3}$ sarà l'equazione

$$d^6 - 2aab^3d^3 + z^6 = 0$$
$$- 2z^3 - 2aab^3z^3$$
$$+ \frac{a^4b^6}{c^4}$$

oppure, per maggior facilità, si potrà ridurre alla seguente espressione $d = \sqrt[3]{z^3 - \frac{2zcx^3\sqrt{bz}}{abb} + x^3}$ ed essendo $x = \frac{b\sqrt[3]{aa}}{\sqrt[3]{cc}}$ sarà $d = \frac{\sqrt[3]{cc}z^3 - 2cabz\sqrt{bz} + aab^3}{\sqrt[3]{cc}}$.

XIII.

Coroll. V. Ovvero servendosi della seconda formola registrata al numero V. di questo, e mediante le due parabole ivi costrut-

TAV. III. Figur. 8. te sarà secondo a quanto ivi si è esposto $cd^{\frac{p+m}{p}} = cz^{\frac{\varphi+p}{p}} - ab^{\frac{p+n}{p}}$, e però $d^{\frac{p+m}{p}} = z^{\frac{\varphi+p}{p}} - \frac{ab}{c}^{\frac{p+n}{p}}$, ovvero $d^{p+m} = \left| z^{\varphi+p} - \frac{ab}{c}^{p+n} \right|^{p}$ e facendo $z^{\varphi+p} = b^{m}y$ diventerà, fatte le debite sostituzioni, $d^{p+m} = y + \frac{ab}{c}^{p+n-m} \Big|^{p} \times b^{m}$. Sia dunque BC la curva, la di cui equazione $z^{\varphi+p} = b^{m}y^{p}$. Si prenda $BA = \frac{ab}{c}^{\frac{p+n-m}{p}}$, e dal punto A si descriva un'altra curva AE espressa dall'equazione $d^{\frac{p+m}{p}} = y - \frac{ab}{c}^{\frac{p+n-m}{p}} \Big|^{p} \times b^{m}$.

sarà

sarà DE $= d$, CB $= z$, e CE la ricercata differenza delle altezze. CAP. VI.

XIV.

Scolio I. Si produrranno alcuni esempj concernenti l'abbassamenti de' fiumi in piena, col mezzo de' canali risoratori, o diversivi, che venghino chiamati, e saranno tali esempj presi dall'Adige; che come è noto, molti ne tiene, e per i quali in varj tempi ebbi motivo di fare varie osservazioni per la generale regolazione di quel fiume. Fu trovato dunque 1°. Che la Buova della Badia tiene di altezza di acqua in piena sopra la di lei soglia piedi Veneti 10:7:4 cioè linee 1528, la larghezza sua è di piedi 12 $\frac{1}{2}$ o siano linee 1800, l'altezza ragguagliata dell'Adige ivi dirimpetto, considerato pure in piena, fu trovata di p. 11. 3. 1, cioè linee 1621, essendo largo piedi 402 ovvero linee 57888, onde a norma di quanto si registra al numero VI. di questo, calcolando col supporre le velocità, come le altezze, avendosi $x = \frac{b\sqrt{a}}{\sqrt{c}} = 269$, e per conseguenza $d = \sqrt{zz - xx} = 1598$, detratte queste dall'altezza dell'Adige, avanti la derivazione, restano linee 23 cioè once una, e punti undeci per l'abbassamento ricercato. 2°. Alla bocca o sia Regolatore della Sabbadina si è trovato z = p. 19. 1. 11 = linee 2759, b = p. 9. 2. 11 = lin. 1331; a = p. 27 $\frac{1}{2}$ = linee 3960; c = p. 2280 = lin. 30240 onde $x = 554$, e $d = \sqrt{zz - xx} = 2703$, che detratte da 2759 prima altezza, danno linee 56 equivalenti ad once 4 e due terzi. 3°. Al Regolatore di Fiume nuovo, quando era di legno, si è trovato z = p. 10. 8. 4 = linee 1480; b = p. 4 10. 8. = lin. 704; a = p. 60 = lin. 8640; c = p. 318 = lin. 45792, e però $x = 306$ e $d = 1448$ cosicchè può dare un abbassamento all'Adige di once 2, e due terzi. 4°. A Fossa Bellina, che è il più inferiore de' diversivi, rispetto al mare si è trovato z = p. 10. 11. 8 = linee 1580; b = 4. 4. 2 = lin. 626; a = p. 60 = lin. 8640; c = 258 = lin. 37152, onde $x = 301$ e $d = \sqrt{zz - xx} = 1531$, che detratte da 1580 lasciano 29 linee per l'abbassamento dell'Adige, cioè due once e punti cinque. 5°. Ma al Castagnaro, chè è il primo e più lontano dal mare di tutti i diversivi, essendosi trovato z = p. 14. 2. 10. = linee 2050; b = lin. 1491; a = lin. 35064; c = lin. 95040 misure presesi sopra i due strammazzi laterali alla cunetta, che rimane nel mezzo, la di cui portata si è poi calcolata separatamente; sarà x = lin. 950, e d = lin. 1816,

CAP. VI. quantità che levata da 2050 lascia linee 234, cioè piedi 1: 7: 6 per l'abbassamento dell'Adige pieno a cagione della diversione, che gli possono fare i detti due stramazzi uno di quà e l'altro di là dalla cunetta. Calcolando poi la derivazione di questa, si ha che z sarà eguale a linee 2050, b = lin. 2127, a = lin. 3816, c = lin. 95040 come sopra, onde d sarà lin. 2000 prossimamente, che sottratte da 2050 lasciano 50 linee, che fanno once 4 e punti 2, che però tutto il diversivo del Castagnaro dà piedi 1: 11: 8, cioè soli quattro punti di meno di due piedi.

XV.

Scolio II. Il Celebre P. Abate D. Guido Grandi Matematico del Gran Duca di Toscana nel Trattato del movimento delle acque, che già qualche anno ha consegnato al Pubblico con le stampe di Firenze al Capitolo V. Prop. XXXV. professa, *che se due fiumi orizontali LG, FG, siano mossi colle velocità GI,* TAV. III. Figura 9. *GK, si unischino in un tronco, la cui velocità, e direzione sarebbe GH; e poi viceversa si supponga, che lo stesso Tronco HG colla stessa velocità HG, dovesse con moto retrogrado diramarsi ne' due rami GL, GF non restituirà loro le velocità IG, KG uguali alle prime, se non quando l'angolo LFG fosse retto*, il che essendo diverso da quanto da noi si è stabilito ne' numeri antecedenti, siamo chiamati a ponderare a misura delle nostre forze, i fondamenti sopra de' quali è piantata la detta propositione. Risolve dunque il P. Abate Grandi la velocità totale GH, che è nata dalle due laterali GK, GI, mediante il compimento del parallelogrammo con le due linee esprimenti le forze HE, GE, delle quali HE è la perpendicolare condotta alla GK prodotta; ma se di converso, dice il P. Abate, il tronco HG si rivolgesse ne' rami, le velocità di questi non sarebbero già le stesse, che allora quando entravano nel tronco, bensì ora maggiori, ora minori, e solo eguali nel caso che l'angolo LGF fosse retto. La direzione della velocità GH, risultante dalla cospirazione delle due laterali GI, GK è appunto quale da tutti gli Statici viene prescritta. Per aversene una prova più chiara si conduca sulla linea del tronco GH le perpendicolari Kδ, Iφ, e si avrà la velocità GK risolta realmente nelle due Gδ, δK, e la velocità GI nelle altre due Gφ, φI, delle quali le Kδ, φI, nulla contribuiscono al moto progressivo, ma le sole Gδ, Gφ, queste

ſte poi $G\delta + G\varphi$ ſono eguali a GH, come ſi può facilmente dimoſtrare; dunque queſta quantità dinota realmente la velocità con la quale ſi muove l'acqua del tronco, dopo ricevuti gl'influenti, e quì di paſſaggio è da notarſi, che la prevalenza di una delle perpendicolari $K\delta$ ſopra l'altra $I\varphi$ non ſervirebbe che ad obbligare il filone a torcere un poco dalla ſua rettitudine il cammino. Allorchè poi conſidera il chiariſſimo Autore la converſa della propoſizione, cioè quando il tronco paſſaſſe ne' rami, riſolve la velocità di queſto HG nelle due HE, EG, e dice che in GF vi anderebbe l'acqua con la velocità GE maggiore di GK per l'angolo acuto; lo che ſarebbe vero ogniqualvolta e quando per queſto ramo GF vi doveſſe andare tutta l'acqua del tronco, mentre HG n'eſprime tutta la velocità, ma per GF non dovendone andare che quella quantità, ch'è venuta quando GF fu conſiderato come un influente, ne deriva, che la HG debba riſolverſi in altra guiſa di quello è ſtato fatto, conſiderando cioè $G\varphi$ per la velocità GI, e $G\delta$ per la velocità GK, onde ſaranno poi reſtituite a capello le velocità di prima GK, GI ne' due canali reſpettivi, ora riputati come rami diffluenti GF, GL; quindi gl'influenti convertiti in diffluenti non cangieranno di velocità, anzi la medeſima e nell'uno e nell'altro caſo ſaranno pontualmente ritenute, purchè alcuna circoſtanza non venghi mutata. CAP. VI.

XVI.

Scolio III. Non credo fuori di propoſito il dar quivi un eſempio dell'accreſcimento che farebbe un fiume reale in piena, ſe aveſſe a ricevere un nuovo influente pur in piena. Le velocità ſi ſupporranno nella ragione dimezzata delle altezze, col ſervirſi della formola regiſtrata al num. III di queſto $z = \sqrt{d^3 + 2dx\sqrt{dx} + x^3}$; Sia la profondità ragguagliata della ſezione del recipiente linee $3962 = d$, la larghezza del medeſimo linee 115200 (cioè piedi 800) $= c$; La ſezione dunque vera di queſto recipiente venghi rappreſentata dalla figura 10, in cui per A e B dinotaſi il profilo degli argini, C il fondo, DE la ſuperficie di piena, PF la profondità ragguagliata; ma la ſezione dell'influente venghi rappreſentata per la figura 11, che n'eſprime il profilo, in cui appariſcono le Golene EH, LNR molto più elevate del fondo I, e s'intenda l'altezza della ſua piena BMS. Per meglio adattarſi alla pratica ed al calcolo, divideremo eſſa ſezione in molte parti, TAV. III. Figur.10. Figur.11.

ragguа-

CAP. VI. ragguagliandole ad una ad una alla ſezione del recipiente, perche poi ſommate aſſieme dieno l'intiero di lui accreſcimento. Nella ſezione dunque dell'influente fig. 11. DEHILNRT, DE dinoti l'argine deſtro, RTV il ſiniſtro, EH ſia il ſondo della ſpiaggia, Marezana o Golena a piedi dell'argine deſtro, LNR il ſondo della Golena dalla parte ſiniſtra, ed HIL il ſondo dell'influente. La porzione BFE ſi conſideri di un'altezza ragguagliata di piedi 3. o. 4, cioè prendendo la metà di EF a cauſa del triangolo BFE, ovvero BAE, e la baſe BF ſia di piedi 11, ovvero di linee 1584; perlochè fatte le neceſſarie operazioni ſarà ϰ = linee 3963, dalle quali detraendoſi linee 3962, altezza ragguagliata del recipiente in piena, reſtano linee una per l'accreſcimento di eſſa porzione BFE. Così per la porzione FGHE larga piedi 17 ed alta piedi 6. o. 9, cioè linee 873, ſarà ϰ = linee 3968, dalle quali ſottratte le 3962, rimangono linee 6 per l'accreſcimento del recipiente in piena a cauſa della detta porzione. La parte GHILM, abbia di altezza ragguagliata p. 13. 5. 3, oppure linee 1935, e larghezza piedi 126 = linee 18144, onde ϰ valerà in tali dati linee 4102, e però queſto terzo accreſcimento ſarà di once 11 e punti 8. La parte MLNO, formata dalla Golena ſiniſtra più baſſa, abbia l'altezza *media* linee 1333, la larghezza di piedi 100 = linee 14400, quindi ϰ ſarà di linee 4026, e l'altezza ricercata per l'accreſcimento del recipiente once 5 ed un terzo. La Golena poi più alta ONSR ſia larga piedi 26 = linee 3744, e profonda ragguagliatamente ſotto della maſſima piena p. 3. 6. 3 = linee 507, e però ϰ = 3966, che danno di accreſcimento punti 4. Finalmente la porzione, che comprende la ſcarpa dell'argine, ſe verrà conſiderata di larghezza piedi 8, ed alta ragguagliatamente piedi 1. 9. 1, non dà verun accreſcimento ſenſibile, raccogliendo dunque tutte dette miſure, formano l'intiero accreſcimento di piedi 1. 5. 11.

XVII.

Scolio IV. Sopra a quanto viene regiſtrato nella viſita del Pò e del Reno fattaſi l'anno 1693 da' Cardinali d'Adda e Barberini, chi voleſſe calcolare l'accreſcimento, che il Pò foſſe per fare per l'aggiunta del Reno, non avrà che a ſervirſi della formola antedetta, come della medeſima avrebbeſi a ſervire quello, che ſopra i rilievi della viſita generale 1720 voleſſe riconoſcere il medeſimo effetto. Per quella dunque del 1693 antedetta, ſi ſuppone l'al-

tezza

tezza ragguagliata del Pò pieno, ma ſenza Reno, a Lagoſcuro di piedi 35 ovvero once 372; l'altezza pur ragguagliata del Reno al paſſo detto de i annegati, cioè b = p. 9 ovvero once 108; la larghezza di eſſo Reno ivi p. 189 = a = once 2268; la larghezza del Pò a Lagoſcuro p. 760 = c = once 9120, onde x = p. 3 : 6, d^3 = 51478848; $2dx\sqrt{dx}$ = 3906000, ed x^3 = 74088, numeri che ſommati aſſieme fanno 55458936, il di cui logarit. 7.7439015 che diviſo per 3 per averſi la radice cubica laſcia log. 2. 5813005, il di cui numero 381 $\frac{3755}{10384}$; e perche la frazione riſponde a linee 4, ſe ſi ſottrarrà 372. da 381. 4, reſteranno once 9 e linee 4, cioè p. 0. 9. 4 per il ricercato accreſcimento, ſecondo le dette ſuppoſizioni. CAP. VI.

XVIII.

Scolio V. In una Scrittura preſentata dal Guglielmini nel tempo della viſita, e che fu regiſtrata negli atti della medeſima, e poi ſtampata nella Raccolta di Firenze, ſi calcola l'alzamento predetto di ſoli p. 0. 8. 9; ma la differenza fra il di lui ed il noſtro calcolo deve riſonderſi nel prendere che ha fatto i numeri proſſimi, in vece de' veri per liberarſi dalle frazioni. Il Sig. Euſtachio Manfredi nella riſpoſta che fa alle ragioni prodotte dal Sign. Giovanni Ceva pag. 67. §. *Ma per non diſſimulare*, dice a queſto propoſito: *Si troverà in fine che tornano appunto le once 9 ½ d'elevazione trovate dal Sig. Ceva, che viene ad eſſere quaſi un'oncia di più di quel che riſulta nel calcolo ſuddetto fatto dal Guglielmini ne' medeſimi ſuppoſti, e ciò per un piccolo errore di una frazione, che corſe in queſto &c.* Nel propoſito dell'unione de' fiumi, ſarà utile il vedere e conſiderare que' rifleſſi, che il predetto Signor Manfredi ha fatto nelle Annotazioni al Libro *della natura de' fiumi* del Guglielmini, dalla pag. 311. ſino alla 318.

XIX.

Scolio VI. In tutti gli eſempj ſoprappoſti noi ſi ſiamo ſerviti pel calcolo delle velocità della ragione che ſi riporta alle altezze delle acque o ſemplice o dimidiata, e ciò per non diſcoſtarſi da quel tanto, che in molte occaſioni è ſtato prodotto da molti rinomati Autori, ed ancora per dar un ſaggio del modo di ſervirſi delle formole, che abbiamo trovate: quando però ſi deſideraſſe una mag-

CAP. VI. maggior precisione non sarà da partirsi dal calcolo delle velocità rilevate con la palla, e adoperando la formola registrata al num. XXVI della seconda parte del Capitolo precedente, e servendosi de' precetti esposti ne' numeri XXVII e XXVIII di detta seconda Parte. Non è però che in qualche caso non possiamo servirsi senza tema di andar gran fatto errati anche delle ragioni soprariferite per le velocità, anzi per rintracciare il meno equivocamente che sia possibile la verità ne' casi di molta importanza, sarà bene di calcolare con molti metodi, osservando a quali differenze portino e gli uni e gli altri, per determinarsi poscia al più probabile.

CAPITOLO SETTIMO.

Degl' impedimenti che ſi fanno al corſo de i fiumi, e delle alterazioni che ne derivano.

I.

UN fiume, che venga aggionto ad un altro fiume, in tanto gli accreſce la velocità, in quanto in parità di circoſtanze lo aumenta di corpo, e di altezza, ed un tale accreſcimento produce una reale ed aſſoluta aggionta di moto, a quello che aveva prima, che niun' acqua vi foſſe unita. Vi ſono in oltre degli accreſcimenti di altezza viva, ſenza che ricevano i fiumi verun reale aumento per l'unione di altre acque; tal ſarebbe l' inalzamento di queſte a cagione di un oſtacolo che ſi fraponeſſe al libero loro corſo, mentre in tal caſo l'acqua creſcerà in detto ſito fino ad ottenere dall'altezza, quello che le veniva levato dall'impedimento. Se un tale oſtacolo è ſolamente in qualche luogo del fiume, fuori di eſſo oſtacolo, ripiglierà l'acqua il ſuo corſo, come ſe non vi foſſe ſtato verun impedimento; ma ſe le difficoltà ſaranno continue in un dato ſpazio, reſterà illanguidito il corſo del fiume; onde per rimetterlo ſarà di meſtieri, che creſca il corpo, e ſeguano delle alterazioni nelle miſure che prima aveva; ma queſte variazioni di moto ſaranno ſempre contenute nelle formole avanzate nell'antecedente Capitolo, eſſendo ſolamente varie le altre circoſtanze riſguardanti il ſito e poſitura dell' oſtacolo, lo che rende più complicata, benchè non più difficile, l' eſpreſſione, e la formola.

II.

Intendaſi il fiume EGFH, che corra da E verſo G con altezza viva IK; dipoi ſi ſupponga venir poſto ſotto la di lui ſuperficie in certo ſito l'oſtacolo BD; l'altezza dell'acqua dal fondo fino al piano inferiore del detto oſtacolo ſia IM; l'altezza di queſto ML, e reſti lontano dalle rive quanta è la diſtanza CB, DA; ſuppoſizione queſta, che quantunque ſia aſtratta, per non rimanerſi eſſo oſtacolo appoggiato da veruna parte, che ſia ſtabile, nientedimeno per render più univerſale la propoſizione, così può concepirſi, baſtando per renderlo conforme al ve-

TAV. III. Fig. 12

CAP. VII.

ro, far eguale a zero una delle tre linee CB, DA, IM. Perche dunque l'oſtacolo BD impediſce il moto dell' acqua di liberamente progredire, averà eſs'acqua la neceſſità di alzarſi a motivo, che per il reſtante della ſezione paſſi appunto nello ſteſſo tempo tant'acqua, quanta paſſava inanzi, che vi foſſe l' oſtacolo, onde creſcerà di corpo v. g. ſino in N. Si figuri, che una eguale quantità di acqua com'è quella, che può trattenere BD ſia ſovrapoſta in KO, accomodata però alla larghezza CA, cioè ſopra la ſuperficie corrente, ed atteſo queſto nuovo peſo, diſcenda eſſa ſuperficie ſino al punto N. Dovendo pertanto nel tempo ſteſſo eguali quantità di acqua paſſar avanti e dopo che vi ſia poſto l'oſtacolo, quando l'acqua ſia ridotta allo ſtato di permanenza, chiamando l'altezza dell'oſtacolo LM = *d*. ſarà come ſegue

Larghezze	Altezze	Velocità corriſpondenti	Quantità d'acqua
AC = *b*	IK = *g*	*r*	*bgr*
AD = *a*	IN = *z*	*u*	*auz*
CB = *c*	IN = *z*	*u*	*cuz*
BD = *b*	IM = *e*	*n*	*ben*
BD = *b*	LN = *z* − *d* − *e*	*t*	$\overline{z-d-e} \times bt$

dunque l'equazione generale ſarà $bgr = auz + ben + cuz + zbt - dbt - ebt$, e perciò $z = \frac{bgr - ben + dbt + ebt.}{au + cu + bt}$

III.

Corollario I. Ma quando, come effettivamente ſuccede nelle acque correnti, ſi concepiſca l'oſtacolo attaccato alla riva FH, e che la ſuperficie del medeſimo oſtacolo venghi ad eſſer alta quanto può venir alta la maſſima eſcreſcenza del fiume, proveniente però queſto effetto dall'impedimento, che il corſo riceve dall' oſtacolo, e non già per nuova acqua ſopraveniente, e s'intenda in oltre queſt' oſtacolo attaccato al fondo, nè che ſotto di lui paſſar vi poſſa quantità alcuna di acqua, in tal caſo ſaranno nulle le quantità *a*, *e*, cioè ſarà *a* = *o*, *e* = *o*, *d* = *z*; onde la formola del numero antecedente ſi muterà nella ſeguente $z = \frac{bgr}{cu}$, ovvero perchè $b = c + b$ ſarà $z = \frac{\overline{c+b} \times gr.}{cu}$

Co-

CAP. VII.

IV.

Coroll. II. Se dunque si porranno le velocità in ragione dimidiata delle altezze sarà $z=g\sqrt{\frac{c+b^2}{cc}}$.

V.

Coroll. III. Ma se le velocità si vogliano nella ragione semplice dell' altezze, sarà la formola del numero III. mutata in $z=g\sqrt{\frac{c+b}{c}}$.

VI.

Nel numero II di questo si sono considerati quegli ostacoli, che si oppongono perpendicolarmente alla corrente del fiume, ma essendovene di quelli, che al corso del medesimo si presentano obliquamente, ricevendo l'impulso dell' acqua ad angolo o ottuso, o acuto, così è da indagarsi qual resistenza venghi fatta all'acqua corrente a misura della varia inclinazione di detti impedimenti. Sia il fiume GHON, che corra da G verso H, e sia l'ostacolo AD ad angoli retti col corso del fiume, ed altri due AE, AC; il primo che formi angolo acuto col detto corso; il secondo angolo ottuso, purchè i punti estremi E, D, C siano nella linea EDC parallela alla ON: Gli effetti che ne seguono sono per il primo caso di AD perpendicolare, che tutti i filamenti acquei saranno ribattuti secondo la linea del corso; e perche l'effetto non può esser maggiore della sua causa, pertanto le parti acquee dopo che averanno urtato nell' ostacolo, non potranno risalire contr' acqua per la medesima linea, con cui sono venute, onde non potranno che tendere, ove minore è il moto, vale a dire, verso le parti laterali, e quivi seguirà la molente; fatta la quale, dovendo pur l'acqua camminare, si accomoderà col suo corso in una linea curva OD, restando l'acqua contenuta nell' area DAO o ferma, o con qualche vortice, e se questo non seguirà, la curva OD farà l'uffizio di riva rispetto al corso. Se poi l'ostacolo sarà nel sito AE, in tal caso l'acqua quieta sarà contenuta dentro l'area OAE, ed il corso si farà secondo OE, ma i vortici che potranno formarsi, impediranno la regolarità di esso corso. Finalmente se la positura dell' ostacolo fosse AC, l'area

TAV. IV. Figura 1.

CAP. VII. occupata dall'acqua quieta ſarebbe la OAC, ed il moto ſeguirebbe lungi la curva OC; ciò ſuppoſto, e ſuppoſta la quiete dell'acqua nell' aree predette OAE, OAD, OAC, è noto per la Geometria, che queſt'aree poſte fra le parallele ON, EC, ſe le curve OE, OD, OC foſſero rette, ed aveſſero il loro principio in un iſteſſo punto, ſarebbero eguali di capacità; e dette linee, lungi le quali ſtriſcia l'acqua, abbenchè realmente debbano eſſer curve, nientedimeno ſi potranno fiſicamente prender per rette, e per conſeguenza fra di loro eguali le dette aree.

VII.

Arrivando per la ſuppoſizione l'oſtacolo ſempre alla medeſima parallela EC in qualunque angolo venghi egli poſto, ſarà valevole a fermare in ogni di lui poſitura i medeſimi filamenti di acqua in numero; nientedimeno avuto riguardo alla natura de' fluidi, egli è aſſai vario, appunto ſecondo le varie inclinazioni dell'impedimento, il moto concepito dall'acqua che dopo ridottaſi allo ſtato manente, va ſecondo la direzione delle curve OE, OD, OC ſtriſciando e progredendo verſo MH; mentre non eſſendo quella curva un corpo ſolido, ma fluido e ſoggetto a mille accidenti, accadono moltiſſime irregolarità al moto che ſe ne genera. Univerſalmente è vero, che quanto l'angolo, che fa l'oſtacolo con la riva, rieſce meno ottuſo, ſente l'acqua maggiori le reſiſtenze, quando però eſſo oſtacolo ſi concepiſca a piombo col piano orizontale del fondo; maggiori ancora ſono le reſiſtenze quando è ad angolo retto con la riva, e più creſcono allorchè è acuto verſo le parti ſuperiori; nel qual caſo ſono innumerabili i vortici, che ſi formano, alle quali coſe ſe aveſſe ben atteſo il Michelini nel Libro, che pubblicò per difenderſi dalle corroſioni de' fiumi, non avrebbe sì di leggieri commendato tanto quella ſorta di pignoni, che vengono a formare con le rive i predetti angoli acuti.

VIII.

Sembrando impedimenti al corſo de' fiumi anco le ſvolte o lunate, nelle quali ſi piega il loro alveo, ſarebbe da conſiderarſi anche queſto genere d'impedimento. Se ſuperficialmente viene diſaminata la coſa, pare poterſi ridurre il ritardo proveniente dalle medeſime ſvolte alla reſiſtenza cauſata dall'oſtacolo delle rive, che

oppo-

opponendoſi con le loro piegature al corſo, lo rallentano; ma ſe ſi farà la neceſſaria attenzione alla vera meccanica, con cui ſi muove l'acqua lungh' eſſe, ſi vedrà chiaramente, che deveſi ritrarre da altri principj il ritardamento, che dar poſſono al moto dell' acqua. Se la natura ha fatto da ſe quel tal alveo, l'avrà ſtabilito con varie tortuoſità e curvature ſecondo all'eſigenza del corſo del fiume, ed alla varia reſiſtenza de' terreni per i quali paſſa; Se l' arte poi avrà preparato il letto al fiume, quando angolarmente l' aveſſe fatto volgere da una in un'altra direzione, ſi vedrebbe che l'acqua nel vertice dell'angolo far dovrebbe un qualche molente, affettando la quiete per qualche ſpazio, coſicchè i lati dell'angolo verrebbero ad eſſer due tangenti di una curva, lungi la quale ſtriſciar dovrebbe l'acqua, in ſomma il moto di lei naturale ſuccederebbe ſempre in linee curve, ſino a tanto che trovaſſe di poter progredir rettamente. Il celebre Varignon nelle *memorie di Matematica, e di Fiſica per l'anno 1693* a carte 181 e ſegg. conſidera la caduta, o l'aſceſa di un grave, quando queſto venghi obbligato a paſſare per diverſi piani inclinati, e ſtabiliſce la perdita della velocità di eſſo nel paſſar dall'uno all'altro de' detti piani; ma ſoggiugne nel fine del di lui dotto diſcorſo, che non può valere la conſeguenza, e la legge da eſſo fiſſata ne' piani inclinati di una grandezza infinitamente piccola, come ſono quelli, che compongono le linee curve, allegando, che in queſti, le perdite delle velocità non ſono, che *differenziali* del ſecondo grado, e perciò riſpetto a' primi, di niun valore. Lo ſteſſo accade nel fatto delle ſvolte de' fiumi, che realmente altro non ſono, che curve, come di ſopra ſi è detto, che però ogni qualvolta ſiano queſte ſtabilite; la velocità che fanno perdere all'acqua, non è da computarſi, che per un *differenziale* del ſecondo grado, riſpetto alla velocità con cui l'acqua ſi muove, perlochè è da cercarſi altronde la cagione di queſti ritardamenti, che ſi poſſono dividere in *aſſoluti*, e *reſpettivi* nell'affare dei fiumi, quei che arrivano per le ſvolte ſono i *reſpettivi*, che niente poſſono levare al moto dell'acqua, quando altre circoſtanze non vi ſiano; ma gli *aſſoluti* ſono quelli, che derivano dal maggiore o minore viaggio, che far deve l'acqua corrente per giugnere allo ſteſſo termine, eſſendo che un fiume dritto, vi arriverà più preſto di un tortuoſo, e però vi giugnerà piuttoſto nel primo, che nel ſecondo caſo, ed ecco come le ſvolte o lunate pregiudicano al moto del fiume, ritardandolo per il tempo, che deve impiegare per arrivar al ſuo fine con una data quantità di acqua.

CAP. VII.

Sia

CAP. VII. TAV. IV. Figur. 2.

IX.

Sia il fiume retto EF, e fra i medesimi termini ve ne sia un altro tortuoso GQH; ma di eguale quantità di acqua col primo retto, essendo le due AG, MH parallele, sarà la forza della gravità che muove l'acqua per GQH alla forza della gravità, che muove l'acqua per EF in ragione inversa delle secanti degli angoli d'inclinazione delle respettive pendenze di essi alvei, o sia delle lunghezze dei medesimi prendendo per seno tutto la massima loro inclinazione. Sia BD eguale a GQH, alveo tortuoso; BC eguale ad EF, alveo retto, essendo AB il pendìo assoluto di entrambi, discorrenti fra le parallele AG, MH, le dette forze saranno come BD a BC lunghezze degli alvei, se BA sia il raggio, e gli angoli ABC, ABD quelli delle inclinazioni di questi alvei; Esprima BA, ovvero B*n* la forza dell'acqua nel punto B, se si condurranno le due B*m*, B*q* perpendicolari respettivamente a BC, BD, e dal punto A, le due *nm*, *nq*, che incontrino le due B*m*, B*n* ad angoli pur retti, saranno le forze dell'acqua per progredire ne' piani inclinati, risolte in modo, che B*m* dinoterà la forza, con cui il piano BC è premuto, e B*q* la forza con cui l'altro piano BD è pur pressato, ed *m*A la forza acceleratrice del fiume BD, come *q*A ovvero *qn* quella del fiume retto EF. Perchè dunque i triangoli B*mn*. ABC sono simili sarà BC. BA :: B*n*. *mn* onde $mn = \frac{BA \times Bn}{BC}$; parimenti per i triangoli simili *q*B*n*. ABD sarà BD. BA. :: B*n*. *qn*, e però $qn = \frac{BA \times Bn}{BD}$, e finalmente *mn*. $qn :: \frac{1}{BC} . \frac{1}{BD}$ :: BD. BC. il che ec.

X.

Coroll. Quanto dunque sarà più tortuoso l'alveo GQH, tanto minore sarà la forza, che vi resterà per muover l'acqua, cosicchè se questa per l'alveo retto EF si dovesse scaricare nello stesso tempo, come quella per GQH, sarà di mestieri, che il corpo dell'acqua si accresca fino ad una certa altezza, supponendo il fondo impenetrabile alla corrosione, onde si ricercherà anco maggior arginatura nell' alveo tortuoso GQH, di quello sia in EF.

Sia

CAP. VII. TAV. IV. Fig. 3.

XI.

Sia da indagare qual minor altezza viva aveſſe un fiume a cui foſſero levate tutte le curvature, e foſſe ridotto a camminar retto; ſempre però conſervando la medeſima pendenza di alveo. Sia AC l'alveo retto, la cui inclinazione totale AB, ed il tortuoſo, in cui realmente ſi ſuppone piegato l'alveo del fiume in quiſtione ſia AD anch'eſſo con la ſteſſa pendenza AB. dicaſi AD = s, AC = S, AB = a. La velocità del tortuoſo = u, quella del retto = V. L'altezza della ſezione in un dato punto del tortuoſo = a, l'altezza della ſezione del retto in un punto corriſpondente = A. Dovendo per tanto in tempi eguali ſcaricar queſte ſezioni per l'ipoteſi quantità eguali di acqua, ſarà l'equazione (data in tutti e due la medeſima larghezza di alveo) $AV = au$, e per la ſuppoſizione, che più da vicino riſponde a' fenomeni eſſendo le velocità di dette acque in ragione reciproca delle lunghezze de' loro reſpettivi alvei, ſecondo anco a ciò che fu detto nel num. IX. di queſto, ſarà per tanto $V. u :: \frac{1}{AC} \cdot \frac{1}{AD} :: AD. AC$; dunque $As = aS$, e perciò la formola $A = \frac{aS}{s}$.

XII.

Scolio. Ponendo il caſo in termini, ed adattandolo alla pratica ſi ſupponghi che l'Adige dal Caſtagnaro in giù fino al Mare non abbia verun altro diverſivo, o ramo, e conſervi da per tutto la ſteſſa larghezza, ed ogni altra circoſtanza data s' intenda. Sia da trovarſi quanto reſtaſſe abbaſſato ſe al medeſimo veniſſero tolte tutte le tortuoſità. La di lui altezza viva al punto del Caſtagnaro ſia di piedi 10 ovvero once 120, e perchè l'andamento dritto, che ſi faceſſe dell' alveo ſecondo le miſure più eſatte è di Pertiche Padovane 31525, ed il tortuoſo in cui preſentemente è piegato di pertiche 42100 riducendo il tutto in once ſarà

AD = once 3031200 = s
AC = once 2278800 = S
alzezza viva a = once 120.

onde l'equazione $A = \frac{aS}{s}$ da $\frac{120 \times 2278800}{3031200} = 90$ once proſſimamente, che detratte dalle 120 altezza viva dell'alveo tortuoſo, re-

CAP. VII. restano 30 once per il ricercato decrescimento dell'Adige al Castagnaro, se gli fossero levate tutte le tortuosità e fosse ridotto in linea retta, dal che resta manifesto, che perderebbe molto della sua navigazione.

XIII.

Dato un alveo tortuoso, disteso in un piano inclinato come AD; Sia da ritrovarsene un altro o più o meno serpeggiante come Ac, TAV. IV. Figur. 4. AC con la medesima inclinazione però AB, cosicchè per uno di essi passando l'acqua, che prima discorreva per AD scemi, o si accresca di una data altezza FH, ovvero F*b*, e la quantità di acqua, che passava per AD, alla quantità dell'acqua, che passerà per AC o A*c*, sia come *m* ad *n*, cioè in una data ragione. Si conduchino GA, FE parallele a BC orizontale, e sia FH l'abbassamento che avrebbe pel piano AC; ed F*b* l'accrescimento che acquisterebbe pel piano A*c*. Sia AE = GF = *a*; FH o F*b* = *x*; dunque G*b* = *a* + *x* e GH = *a* − *x* ed ambidoi *a* ± *x*. La velocità in AD = V; quella in AC ovvero A*c* = *u*; AD = S, AC o A*c* = *s*. Sarà dunque per l'ipotesi *a* V. $\overline{a \pm x} \times u :: m . n$, onde $n\,a\,V = m\,u \times \overline{a \pm x}$; ma per la statica gli spazj percorsi ne' moti equabili, come sono quelli de' fiumi regolari, che tali considerar si devono, se non altro allor quando camminano fuori de' monti, sono in ragione de' tempi, e delle velocità; per tanto se il tempo, in cui si percorre AD si dirà T; quello in cui si percorre AC ovvero A*c*, *t*. sarà S. *s* :: VT. *u t*, ed $u = \frac{VTs}{St}$; sostituendo però nell' equazione soprapposta questo valore si averà $s = \frac{n\,a\,St}{m\,T \times \overline{a \pm x}}$, e se fossero noti gli spazj, e si cercasse l'accrescimento o il decrescimento delle respettive altezze, *x* sarà $\mp x = a - \frac{n\,a\,St}{m\,Ts}$, e se eguali fossero *m* ed *n*, ed i tempi pur eguali, saranno le formole $s = \frac{aS}{a \pm x}$ ed $\pm x = a - \frac{aS}{s}$.

Se *a* = 120, S = 4 ed *s* = 3 prendendo lo scemamento sarà *x* = 40, avvertendo di doversi levar *a* da $\frac{aS}{s}$ a causa di *x* negativo; Ma l'Adige appunto ha la lunghezza del suo cammino naturale tortuo-

tuoso rispetto al retto artificiale, che si facesse nella ragione di 3 al 4, come si è rimarcato nel numero antecedente; adunque lo scemamento secondo questo calcolo darebbe in vece delle 30 once di sopra ritrovate, 40, e restarebbe l'altezza viva 80 once delle 120 che prima aveva. Non sarebbe dunque fuori di proposito il prendere in pratica un medio fra 30 e 40, e dire che un tal fiume se fosse retto si ridurrebbe a sole 85 once delle 120, che adesso e' tiene nelle acque ordinarie. CAP. VII.

XIV.

Altra sorte d'impedimenti accadono alle acque correnti, quando un influente sbocca in un recipiente sotto un qualche angolo. Intendasi il fiume recipiente KGMS, in cui metta capo in AB l'influente EABF sotto qualsivoglia angolo GAE. Sia la larghezza del recipiente QL, e quella dell'influente PF; Il moto di questi fiumi intendasi seguire con direzione parallela alle sponde KS, EA. E' manifesto, che fatta che sia l'unione dell'acqua, si varierà la direzione del recipiente, almeno per un qualche tratto. Si produca EA in I, e si tagli AD di una grandezza tale, cosicchè rappresenti la forza, che ha l'influente, e dal punto D si conduca la DC parallela alla sponda QS, determinandosi essa pure eguale alla forza dell'acqua del recipiente; Se dal punto C al punto A si condurrà la AC sarà questa secondo la dottrina dei moti composti la strada che affetterà di far l'acqua del recipiente dopo seguita l'unione. TAV. IV. Fig. 5.

XV.

Ma comecchè le velocità nei fiumi sono diverse in ogni punto delle loro sezioni, così chi volesse esprimere la forza, con cui ogni filamento dell'acqua dell'influente, va incontro ad ogni filamento del recipiente, converrebbe che la AC di sopra considerata non già fosse una linea retta, ma bensì una curva; Sia però proposto da determinarne di questa la specie. Sia X il recipiente, Z l'influente che entri in esso sotto l'angolo A; S'inalzi la AK perpendicolare alla linea del corso del recipiente, come pure la AT normale al corso dell'influente: MK^m rappresenti la velocità del punto K, ed NL^n la velocità a questo punto infinitamente prossima, così OQ^o sia la velocità dell'influente per il punto Q, e PT^p per il punto P esso pure infinitamente prossimo a Q predetto, onde $\gamma\varphi$, $H6$ saranno le scale delle velocità di questi fiumi secon- TAV. IV. Fig. 6.

CAP. VII.

do tutte le loro larghezze; Si produchino in D ed E ſino ad interſecarſi i detti filamenti eſprimenti dette velocità, e compito il parallelogrammo CcDE, la diagonale CD ſarà la ſtrada dell' acqua per le dette reſpettive velocità. Prodotta φA in S, ſi laſci cadere dal punto D la perpendicolare DS, e dal punto C la CR e alla PD la normale CG, dicaſi AB$=x$, BC$=y$, AL$=p$, AQ$=q$ ſarà B$b=dx$, CD$=dy$, ſia MR$=p^m$; QO$=q^n$; ed eſſendo le forze operanti al punto C, e che producono la porzione infinitamente piccola della curva CD, come Cc. cD :: dx. dy :: MK$\times$DF^2. QO$\times$CG^2 :: $p^m dpp$. $q^n dqq$; e per la ſomiglianza de' triangoli ABQ, BCR eſſendo AQ. AB :: CR$=$AL. CB, dunque b. f :: q. x ed b. f :: p. y (eſprimendo b al f la detta data ragione) e però $q=\frac{bx}{f}$; $p=\frac{by}{f}$; $dqq=\frac{bbdxx}{ff}$; $dpp=\frac{bbdqq}{ff}$; $p^m=\frac{b^m y^m}{f^m}$ e $q^n=\frac{b^n x^n}{f^n}$ dunque dx. dy :: $\frac{b^m y^m}{f^m}\times\frac{bbdyy}{ff}$. $\frac{b^n x^n}{f^n}\times\frac{bbdxx}{ff}$, e l'equazione $\frac{b^n x^n dx^3}{f^n}=\frac{b^m y^m dy^3}{f^m}$, ovvero $dx\sqrt{\frac{b^n x^n}{f^n}}=dy\frac{\sqrt{b^m y^m}}{f^m}$. Ed integrando $\frac{3}{n+3}\times\frac{\sqrt{b^n x^{n+3}}}{f^n}+A=\frac{3}{n+3}\times\frac{\sqrt{b^m y^{m+3}}}{f^m}$, che eſprime la natura della ricercata curva.

XVI.

Coroll. Se $m=n$ ed A$=0$, ovvero ſe $m=n=o$, la nuova direzione CD dell'acqua ſarà ſempre in una linea retta, e per eſſer curva conviene, che l'eſponente della velocità del recipiente ſia diverſo dall' eſponente della velocità dell'influente, come reſterà manifeſto a chi vorrà farne la prova col ſoſtituire varj valori in numeri a' predetti eſponenti.

XVII.

Paſſiamo a conſiderare un'altra ſpecie di ritardo nel corſo de' fiumi, quello cioè che naſce dalle reſiſtenze, che riſente l' acqua in progredire per l'alveo, qualunque ſia la longhezza di queſto. Se dunque veruna reſiſtenza non incontraſſe l'acqua nel ſuo cammi-

mino, ſarebbe lo ſteſſo, come ſe deſſa, corpo grave che è, ſdrucciolaſſe per un piano inclinato, che viene rappreſentato dall'alveo ſteſſo: E perchè e dalle oſſervazioni dell'Ugenio, e dalle dimoſtrazioni del Galileo nel Trattato del moto, di un grave che cade o per la perpendicolare, o per un piano inclinato, ſi può venir in cognizione dello ſpazio, che nel vuoto dovrebbe percorrere; quindi paragonando il vero, ed apparente moto dell'acqua in quel dato alveo con il moto ſuddetto, che far dovrebbe, ſe liberamente poteſſe ſcendere, ne naſce, che la differenza porrà in eſſere tutta quella quantità di moto, che le reſiſtenze gli levaranno, ſia poi o per lo ſoffregamento, che fa l'acqua nelle ſponde, o per quello, che la ſteſſa produce ſopra del fondo. E perchè i fiumi per quanto poco inclinati che ſiano, hanno nella loro ſuperficie qualche grado di velocità, così a motivo d'iſtituire il calcolo col fondamento della verità, converrà ſupporre il grave (che verrà rappreſentato dall' acqua) non come ſe cominciaſſe a moverſi dalla quiete, ma bensì, comecchè già abbia concepito quel tal grado di velocità. CAP. VII.

XVIII.

Per ritrovare adunque lo ſpazio perpendicolare, in cui diſcendendo liberamente un grave, acquiſti in un punto del medeſimo una data celerità, ſia queſto ſpazio BA $= x$; il tempo che s'impiega a percorrerlo $= t$, coſtando però dalla dottrina del Galileo de' moti accelerati, che ſe nel medeſimo tempo t, il mobile ſi foſſe continuamente moſſo con l'intiera velocità acquiſtata nel fine della caduta A, che avrebbe paſſato uno ſpazio doppio di BA $= 2x$: E perchè i fiumi, almeno fiſicamente al ſenſo, camminano con un moto equabile, e dove il moto è tale i ſpazj percorſi ſono in ragione dei tempi, perciò dicendo a il tempo di un minuto ſecondo, ed s lo ſpazio che può ſcorrere il fiume nel detto tempo a di un minuto ſecondo ſi averà $s . a :: 2x . s$, onde $t = \frac{2ax}{s}$. E comecchè nella libera diſceſa di un grave dalla quiete B, gli ſpazj FB, AB, dicendo il primo b, e ſupponendo che venghi traſcorſo in un minuto ſecondo, l'altro a, ſtanno come i quadrati de' tempi, per tanto ſarà $x . b :: tt . aa$, e quindi $t = \frac{a\sqrt{x}}{\sqrt{b}}$; e per conſeguenza ſarà l'equazione $a\sqrt{\frac{x}{b}} =$ TAV. IV. Figura 7.

CAP. VII. $\frac{2ax}{s}$ ed $x = \frac{ss}{4b}$, e perciò la BA sarà direttamente come il quadrato dello spazio, che farebbe il fiume in un minuto secondo, ed inversa della quadrupla di FB.

XIX.

Coroll. Si deduce da ciò, che supponendosi in qualsivoglia angolo BCA il piano inclinato CG, rappresentar l'alveo declive di un fiume, e se dal punto B al punto C della AG prolungata, quanto bisogna, si condurrà BC normale ad AB, discendendo il grave da detto punto C, arrivato che sia in A, avrà acquistata la stessa velocità, come se fosse disceso dal punto B egualmente alto, rispetto all'orizontale CB.

XX.

Poste le medesime cose, sia da ritrovarsi nel piano inclinato AG uno spazio, che nel medesimo tempo venga trascorso di quello, che si trascorre lo spazio perpendicolare BA dalla quiete. Si faccia secondo a ciò che dimostra il Galileo alla Prop. XVII. CA. CA + BA :: CA + BA. CG, sarà questa CG direttamente come il quadrato di CA, BA, considerate come se fossero una sola retta linea, e reciprocamente come CA, e per conseguenza AG sarà come l'aggregato della doppia BA e di quella ragione, che si compone dal quadrato della detta BA direttamente, e reciprocamente dalla CA, ed essendo essa AG secondo a quanto viene dimostrato nella medesima proposizione del Galileo, lo spazio percorso sopra del piano inclinato, dopo che il grave è disceso dalla quiete per tutta la BA, nel medesimo tempo, in cui viene percorsa la detta BA dunque ec.

XXI.

Coll' uso pertanto di questa formola, e di quella del num. XVIII, di questo Capitolo, resta sciolto il Problema proposto, bastando, che sia dato il cammino, che in un dato tempo si fa dall'acqua per l'alveo CG, la di cui inclinazione o sia angolo BCA si conosca; Sia nota l'osservazione dell'Ugenio, che un gra-

grave cadendo liberamente nell'aria percorra la BF di linee 2227 nello ſpazio di un minuto ſecondo; e che ſi ſupponga in oltre, che i fiumi di non molta inclinazione, dopo aver corſo qualche conſiderabile ſpazio, ſi riduchino ad avere un moto equabile, onde progredendo in tal modo un fiume, dopo aver acquiſtata la velocità, che compete all'altezza BA, ſi moverà per uno ſpazio doppio di BA nello ſteſſo tempo, che queſto ſi traſcorre; ſe dunque col moto accelerato camminerà per la quantità eſpreſſa per $2BA + \frac{BA^2}{AC}$, e con l'equabile per la 2BA parerebbe in certo modo, che la quantità $\frac{BA^2}{AC}$ foſſe quella ch'eſprimer valeſſe l'aggregato delle reſiſtenze incontrate nella diſceſa. CAP. VII.

XXII.

Scolio I. Sia per eſempio un fiume, che per ogni miglio perda once 14, e che in un'ora cammini 3 miglia in punto di moto equabile, ſi cerca in primo luogo la ſublimità B, o ſia la BA da cui cadendo un grave, arrivato che ſia in A acquiſti una velocità valevole a ſpingerlo per le dette tre miglia nello ſpazio di un ora. Se dunque dentro di queſto tempo fa 3 miglia, in un minuto di ora farà linee 600, facendo ciaſcun miglio di Pertiche 500, di piedi 10, l'una di miſura di Bologna, onde per lo numero XVIII, dove $x = \frac{ss}{4b}$ farà in numeri $x = \frac{360000}{8900} =$ 40 linee proſſimamente, e perciò cadendo eſſo grave dall'altezza di linee 40 potrà acquiſtar la detta velocità. Il tempo che s'impiegherà ſi raccoglie pure dallo ſteſſo numero, mediante la formola $t = \frac{2ax}{s}$, nella quale a vale un minuto ſecondo o ſiano $60'''$, che però ſoſtituendo queſti valori, farà $t = \frac{2 \times 40 \times 60'''}{600} = 8'''$ proſſimamente; quindi lo ſpazio predetto farà percorſo in queſti otto minuti terzi. In oltre perche è nota l'inclinazione dell'alveo di queſto fiume in un miglio, farà anche nota la AC, facendo 168 a 720000 linee, che tante entrano in un miglio nella predetta ſuppoſizione, così BA, 40, a CA, onde queſta ſarà di linee 171428. Se dunque nella formola del numero antecedente ſoſtituere- TAV. IV. Fig. 7.

CAP. VII.

tueremo questi valori sarà $AG = 80 + \frac{1600}{171428}$ dentro il tempo di 8 terzi. Pare che la frazione $\frac{1600}{171428}$ dinotar potesse le resistenze quivi incontrate, se le 80 linee rimarcar possono il moto equabile; dimodochè, quando ciò fosse, se in linee 80 di cammino viene ritardato $\frac{400}{42857}$ di linea, in un miglio verrebbe ritardato 84 linee.

XXIII.

Scolio II. Ma se supposte le stesse cose, si avrà un fiume, che penda per ogni miglio piedi 3 o siano linee 432, in tal caso sarà $AC = 66666$ linee, il moto accelerato sarà $80 + \frac{1600}{66666}$, e l'equabile naturale al fiume sarà 80 nel tempo di 8 terzi, onde anche in questo caso il ritardamento parerebbe un $\frac{1600}{66666}$ di linea, e in un miglio (facendo l'analogìa come sopra) linee 216. Finalmente se sarà un fiume di pendenza di 10 piedi per miglio cioè di linee 1440, e che cammini 4 miglia per ora, sarà BA eguale a linee 72 prossimamente, lo spazio che sarà in un minuto primo d'ora sarà linee 820; $t = 11''$, ed $AC = 36000$, e però il moto accelerato sarà $144 + \frac{5184}{36000}$, ed il ritardamento in un miglio sarebbe piedi 5 ovvero linee 720, come si ricava facendo la sopra-riferita analogia.

XXIV.

Corollario I. Dal che apparisce, che le dette resistenze, quando per tali concepir si vogliano, non ritardano che insensibilmente il moto all'acqua; si potrebbe dire che restasse compensato questo qualunque ritardamento dall'accrescersi che fa il corpo dell'acqua.

XXV.

Corollario II. Resta ancor manifesto, che quanto più il fiume ha di pendìo e di velocità, tanto maggiori succedono i ritardamenti;

ti; l'esempio si ha nel fiume supposto di piedi 10 di pendìo per ciascun miglio in cui si è rilevato esso ritardamento di piedi 5 nel detto spazio, quando nel fiume supposto di pendìo once 14 per miglio, non era che once 7 nel detto spazio, onde fisicamente si potrebbero tali impedimenti considerar per nulla, senza errore sensibile. La materia è piena di difficoltà, ed abbisogna di molto tempo, e di molte e molte sperienze per esser tratta il più che fia possibile dalla sua oscurità, non avendosi quì voluto dare che un saggio di qualche vista, che intorno la medesima si è avuta. CAP. VII.

CAPI-

CAPITOLO OTTAVO.

De' ritardamenti che naſcono alle Acque correnti per li regurgiti, e per i Venti ne' fiumi, e nel Mare.

I.

PErche ſi abbia la poſſibile cognizione de' ritardamenti delle acque de' fiumi, ſaranno da conſiderarſi anco quelle reſiſtenze che vengono fatte da' regurgiti provenienti dall'azione del Mare e de' Venti contro il loro corſo. E per non fermarſi, almeno ne' primi, ſulla pura idea in una materia involta fra molte difficili circoſtanze, abbandonando le ipoteſi, ſi ricaverà qualche ſicuro lume dalle oſſervazioni che nell' incontro delle celebri Viſite del Pò 1716, 1719, 1720, e 1721 ſi ſono fatte, e fra queſte di queſt'ultima; perche da' fenomeni ſi poſſa rilevar tanto d'accoſtarſi in qualche modo al vero. Si darà dunque la Tavola degl' inalzamenti ed abbaſſamenti oſſervati nel Pò ne' due ſiti di Lagoſcuro e Poleſella dal giorno 21 Marzo ſino li 11. Aprile 1721, che ſi è cavata da' regiſtri del Protocollo della medeſima Viſita tanto per i giorni predetti, che per tutti gli altri di mezzo.

II.

Nella ſeguente Tavola reſta dunque eſpreſſo nella prima colonna il giorno dell' oſſervazione, nella ſeconda l' oſſervazione fatta a Lagoſcuro ſegnata L, e nella terza l'oſſervazione fatta lo ſteſſo giorno alla Poleſella notata P, e le lettere B, C ſignificano abbaſſamento la prima, e creſcimento la ſeconda.

Tavola

Tavola de' creſcimenti e decreſcimenti.

	L	P
21 Marzo	p. 0. 0. 3 B	p. 0. 1. 3 B
22	0. 1. 3 B	0. 1. 9 B
27		1. 5. 6 C
30	0. 1. 6 B	0. 4. 0 B
31	0. 6. 6 B	0. 3. 6 B
Primo Aprile	0. 3. 0 B	0. 1. 9 B
2	0. 1. 0 B	0. 1. 0 B
3	0. 0. 6 B	0. 0. 9 B
4	0. 0. 9 B	0. 0. 0
5	0. 1. 3 B	0. 0. 6 B
6	0. 1. 6 C	0. 1. 3 C
7	0. 1. 9 C	0. 0. 9 C
8	0. 0. 9 B	0. 1. 0 B
9	0. 3. 6 B	0. 1. 6 B
10	0. 3. 0 B	0. 0. 0
11	0. 1. 6 B	0. 1. 3 B

III.

Scolio. Diſtando Lagoſcuro dal Mare ſecondo l'andamento del Pò, pertiche Bologneſi 20142, e la Poleſella dal medeſimo Mare pertiche 15932, ed ambidue queſti luoghi reſtando ſoggette al regurgito del Mare nel ſolo caſo di eſtraordinarie burraſche, come a ſuo luogo ſarà più particolarmente conſiderato, ed eſſendo la Poleſella più vicina al Mare del Ponte di Lagoſcuro, doverebbero tanto gli accreſcimenti, che i decreſcimenti trovarſi minori alla Poleſella, e maggiori a Lagoſcuro, rilevateſi anco le piene maſſime del Pò più alte al Ponte predetto di Lagoſcuro di quello ſiano alla Poleſella di piedi 3 : 11 : 8 o diciamo 4 piedi, come ſi ricava da' Protocolli delle Viſite 1720 e 1721, onde reſta manifeſto, che ſe altra cauſa non entraſſe a diſturbare il moto dell'acqua, avrebbero ad eſſere reſpettivamente alla Poleſella minori le differenze di quello foſſero a Lagoſcuro; contuttociò le oſſervazioni regiſtrate nella Tavola antepoſta non danno eſattamente queſto degrado di differenze, mentre nelle tre prime linee delli 21, 22,

CAP. VIII. e 30 Marzo è maggiore la differenza alla Poleſella di quello ſia a Lagoſcuro; nelle due ſuſseguenti maggiore è a Lagoſcuro e minore alla Poleſella, come è naturale; ſono eguali o quaſi eguali nelle tre ſuſſeguenti de i giorni 2, 3, 4 Aprile; maggiore a Lagoſcuro che alla Poleſella ne' giorni ſeguenti 5, 6, 7 com'è giuſto; quaſi eguali il giorno delli 8, e di nuovo ſecondo l'eſigenza naturale ſono le tre ultime oſſervazioni delli 9, 10, 11, dando maggior differenza a Lagoſcuro, che alla Poleſella. Il novilunio era ſeguito li 27 Marzo, onde li 30 ſuſſeguente l'acqua del Mare doveva creſcere con forza, ma non così li giorni 21 e 22, che il moto era inſenſibile, o come vien detto a Venezia di *fele*, ſeguita l'ultima quadratura della Luna li 20 di detto meſe. Ma non eſſendo in queſti giorni ſtata burraſca, non è credibile che ſino alla Poleſella ſia arrivata l'azione del fluſſo del Mare; onde tutto lo ſvario, che ſi rileva in queſte oſſervazioni, da altro probabilmente non può eſſer nato, che o da' venti, che ritardando, o accelerando il corſo del fiume abbiano prodotta l'alterazione, ovvero anche dallo sbilancio, che poteſſe aver indotto la foſſa Poleſella, che sgorgando in queſto tempo quaſi tutte le acque del Tartaro, e parte anche di quelle dell'Adige, quelle cioè, che per lo Scortico vengono nel Caſtagnaro o Canal-bianco, ma eſſendo ſtata chiuſa per altro la roſta di eſſo diverſivo a' ſuoi tempi, ſi può credere non aver potuto le acque di eſſa foſſa alterar in maniera, che foſſe ſenſibile, il Pò; nientedimeno ciò dar potrebbe qualche prova, ſe le predette differenze foſſero ſempre ſtate o di accreſcimento, o di diminuzione di altezza, ma eſſendoſi oſſervato il fiume ora più alto, ora più baſſo alla Poleſella che a Lagoſcuro, non ſi vede, che ſi poſſa con fondamento attribuire all'influenza di dette acque i detti cangiamenti, non negandoſi però, che i medeſimi in qualche parte anche da tal cauſa non poſſino eſſer derivati; reſta dunque a dire, che il Vento molto abbia potuto contribuire a tali anomalie.

IV.

Non ſono intieramente d'accordo il Caſtelli ed il Guglielmini circa all'effetto del Vento pe'l ritardamento de' fiumi. Aſſeriſce il primo al Corollario ſettimo del primo diſcorſo o ſia introduzione alla miſura dell'acque correnti: *Che ſimilmente ſi può concludere che i Venti che imboccano un fiume, e ſpirando contro la corrente, ritardano il ſuo corſo, e la ſua velocità ordinaria, neceſſariamente anco-*

ancora amplieranno la misura del medesimo fiume, ed in conseguenza saranno in gran parte cagioni o vogliam dire concagioni potenti a fare le straordinarie inondazioni, che sogliono fare i fiumi. Ed è cosa sicurissima, che ogni volta che un gagliardo e continuato vento spirasse contro la corrente di un fiume, e riducesse l'acqua del fiume a tanta tardità di moto, che nel tempo, nel quale faceva prima cinque miglia, non ne facesse se non uno, quel tal fiume crescerebbe cinque volte più di misura, ancorchè non gli sopragiongesse altra copia di acqua; la qual cosa &c. e nel Corollario ottavo seguente dice: *Abbiamo ancora probabile la cagione dell' inondazioni del Tevere, che seguirono in Roma al tempo di Alessandro Sesto, e di Clemente Settimo, le quali inondazioni vennero in tempo sereno, e senza notabile disfacimento di nevi, che però diedero che dire assai alli ingegni di quei tempi. Ma noi possiamo con molta probabilità affermare, che il fiume arrivasse a tant' altezza ed escrescenza per il ritardamento dell' acque dependente dalli gagliardissimi e continuati venti che spiravano in quei tempi, come viene notato nelle memorie.*

V.

Il Guglielmini nel Capitolo X. della *natura de' fiumi* si esprime: *Che le cause che ritardano la velocità de' fiumi, sono l'elevazione del pelo del recipiente, la direzione del moto di esso opposta a quella del filone dell' influente, il vento contrario &c. Rispetto alla forza del vento, questa deve considerarsi in due stati, perche o ella si esercita per una linea parallela all' orizonte, ed allora poco toglie di velocità all' acque del fiume, potendo al più ritardare quella sola, ch' è nella superficie, e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell' acque correnti, ma solo un certo increspamento che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l'acqua quel moto, che vedono nell' alzamento successivo dell' onde: ovvero la direzione del vento è inchinata al piano orizontale, e non v' ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza, che ha in essa, non possa produrre effetto più manifesto, facendo l' onda del fiume più elevata, ed in ciò forse consiste tutto l' alzamento, che può fare la direzione, e la forza del Vento. Ma perche il Vento più inchinato all' orizonte, meno si oppone alla corrente, perciò anco meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori, le quali si sà per prova, anche ne' mari più borrascosi, non risen-*

CAP. VIII.

tire il moto delle tempeſte, anzi vi è chi crede portarſi la parte inferiore dell'onde, con moto contrario a quello del Vento. Quindi è, che per cauſe delle grandi inondazioni de' fiumi, non ponno accuſarſi i Venti, ſe non quanto fanno elevare la ſuperficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l'ingreſſo &c.

VI.

Scolio I. Vuole dunque il Caſtelli, che i Venti ſiano o cagioni o come cagioni potenti a fare *le ſtraordinarie inondazioni de' fiumi*; ed il Guglielmini afferma bensì, che *la direzione del Vento inclinata al piano orizontale, ſecondo la diverſa inclinazione e forza poſſa produrre effetto più manifeſto: ma conſiſtere queſto nel far l'onda del fiume più elevata*; concludendo che *per cauſe delle grandi inondazioni de' fiumi non ponno accuſarſi i Venti*; aggiongendo però, *ſe non quanto fanno elevare la ſuperficie del Mare*. Abbenchè però le opinioni di queſti due celebri Matematici pajano diverſe, nientedimeno ſe ben ſi ponderanno convengono nel concludere la ſteſſa conſeguenza; mentre certamente anco il Guglielmini accorda l'inalzamento del fiume, quando il vento ſia con direzione in qualche maniera inclinata all'orizonte, cioè ſe non altro quell'inalzamento che naſce dall'onda eccitata dal vento, ed abbenchè non accordi poſitivamente che dentro l'alveo poſſa il vento ritardar il fiume, dimodocchè cagioni le ſtraordinarie inondazioni, è però d'accordo, che ſoſtenuto il mare dalle grandi burraſche, ſuccedano poi nel fiume le grandi eſcreſcenze ed inondazioni. Che poi i venti agitino piuttoſto il Mare, che i fiumi, non ſi vede una ragione che ſia dimoſtrativa per provarlo, almeno nelle parti vicino agli sbocchi, anzi vi è tutto il fondamento di credere, che i Venti facciano dal pari elevare e la ſuperficie del Mare, e quella de' fiumi, quando principalmente ſpirano contro la direzione di queſti; ed in ſomma che o direttamente o indirettamente poſſino cauſare de' ſenſibili gonfiamenti.

VII.

Scolio II. Il che reſterà tanto più manifeſto ſe ſi farà attenzione all'eccefſiva altezza, a cui qualche volta arrivano non dirò le maree de' più lontani Mari dell'Olanda, della Danimarca e del Baltico, che non ſono molti anni che fecero provare grandi deſolazioni e alla Città di Amburgo, ed alla vicina coſtiera tutta,

ta, come pure alla Città di Peterburgo, ma anche al noſtro A- CAP.
driatico, e per tacere degli ſtraordinarj creſcimenti antichi, ri- VIII.
marcheremo ſolo quello ſeguito del 1705, quando predominando un contumaciſſimo Scirocco, oltre le eccesſive piogge, che lo accompagnavanno, crebbe fuor di modo il Mare; come ſi è rilevato nella viſita 1721 alle ſpiagge di Volano, ove per depoſizione del conduttore delle Valli del Ser. di Modena, ſi è potuto conoſcere, che la Marea ſalì ſopra dell'ordinario pelo oltre li piedi 4 di Bologna; quindi può raccoglierſi, che i fiumi di eſſo Mare influenti abbino dovuto ſtraordinariamente gonfiare, come pur troppo è accaduto in quella a tutta Lombardia memorabile inondazione. Nè ciò può eſſer derivato da altro, che dal vento, che ſi reſe valevole a ſoſtenere sì gonfio il Mare malgrado l'azione del rifluſſo, onde rimaſti anco ſoſtenuti i fiumi ſenza poter liberamente ſcaricarſi nel Mare, ſi ſono gonfiati aſſai più di quello, che avrebbero fatto, ſe alcuna forza contraria non aveſſero avuta a' loro sbocchi. Nella medeſima maniera, che il vento può gonfiare il Mare, può ancora in parità di circoſtanze agire contro del corſo de' fiumi, ed obbligarli a maggiori rialzamenti, ſiccome porta il ſentimento del Caſtelli.

VIII.

Lemma. Per ridurre a calcolo l'effetto proveniente dal vento nel ritardamento del corſo de'fiumi, e nel tener più del dovere alta la marea è da dimoſtrarſi: Che lo ſpazio corſo da un fluido che abbia qualunque velocità e qualunque rarità, riſpetto allo ſpazio percorſo da un altro fluido che pur abbia qualunque altra velocità, e qualunque altra rarità, che venga ad incontrarlo in ſenſo direttamente contrario è ſempre in ragion compoſta della diretta fra la differenza, che corre tra la rarità del più veloce, e del quadrato della velocità del meno veloce, la rarità del meno veloce, ed il quadrato della velocità del più veloce, ed inverſa del prodotto fatto dalla rarità del più veloce, e dalla velocità del meno veloce. Sia AB lo ſpazio corſo da un fluido, e DC quello di un altro, che venghi in ſenſo contrario ad urtarlo, ſupponendo che dopo il congreſſo ſi levino in un iſtante le particelle, che hanno cozzato. Sia EF la velocità del primo meno veloce $=b$, GH quella del ſecondo più veloce $=a$; LM ſia la rarità del primo $=c$, ed IK quella del ſecondo $=d$. E' noto, che la facilità che incontrerebbe B nel paſſare per CD, ſe CD ſi con- TAV. IV. Fig. 8.

CAP. VIII. consideraſſe come un fluido in quiete, ſarà in ragione compoſta della forza di AB, e della rarità di CD, ed eſſendo le forze come i quadrati delle velocità ſarà per tanto in ragion compoſta del quadrato della velocità, e della rarità di CD, cioè come $EF^2 \times IK$. Parimente ſupponendo AB in quiete, e DC in moto ſarà la facilità, che incontrerebbe nel penetrare per AB come $GH^2 \times LM$: ma perchè tutti e due i fluidi ſi conſiderano in moto, adunque la facilità reſidua ſarà come $EF^2 \times IK - GH^2 \times LM$ cioè in termini analitici $dbb - caa$, in oltre eſſendo le facilità in proporzione degli ſpazj, che in dati tempi vengono percorſi ſarà $dbb . b :: dbb - caa . \frac{dbb - caa}{db}$, il che era da dimoſtrarſi.

IX.

Scolio. Intendaſi AB eſſer il fluido dell'acqua; come DC dell'aria, e che lo ſpazio, che ſeparatamente poſſono eſſi fare in grazia di eſempio in un minuto ſecondo ſia dell'acqua di 5 piedi, e dell'aria di 24, onde $b = 5$, ed $a = 24$: e perchè un barometro formato con acqua di 30 piedi di altezza ſi bilancia con un cilindro di aria di egual baſe, ma di altezza quanta è quella dell'atmoſfera, la quale ſecondo le oſſervazioni della Hire regiſtrate nella Storia dell'Accademia delle ſcienze dell'anno *1696*, è di altezza piedi del Re 127221, ne ſegue, che un piede di acqua peſi quanto piedi 4240 d'aria (ſupponendo i cilindri d'acqua e di aria della medeſima baſe) onde ſarà $d = 4240$, e $c = 1$, e ſoſtituendo nella formola del numero precedente queſti numeri, avremo lo ſpazio percorſo da AB in un minuto ſecondo ridotto a piedi 4 : 11 : 8 con perdita ſecondo queſta ipoteſi di linee 4 nel detto tempo di un minuto ſecondo, così in un giorno aſcenderebbe la perdita del moto a piedi 2448, cioè a mezzo miglio in circa di ritardamento.

X.

Prendendoſi la coſa più univerſalmente, vale a dire col ſupporre queſte due potenze dell'acqua, e del vento in qualunque modo fra di eſſe inclinate o coſpiranti al medeſimo termine, o in ſenſo fra di loro obliquo; Sia da determinarſi lo ſpazio che correrebbero dopo l'accozzamento, intendaſi la ſuperficie dell'acqua BD, che corra inclinata all'orizonte con un dato angolo,

TAV. IV. Fig. 9. 10.

lo, CA ſia la direzione del vento, che reſta inclinata alla detta ſuperficie dell'acqua con l'Angolo CAD. Sia *u* la velocità dell' acqua, *c* la ſua rarità, *x* la velocità dell'aria moſſa in vento, *d* la ſua rarità. E perchè la facilità di penetrare, che ha l'acqua nell'aria, ſe queſta ſarà conſiderata quieta, è come la rarità di queſta moltiplicata nel quadrato della di lei velocità, ſarà *duu* il valore di queſta facilità, che ſi faccia eguale ad AD. Parimente facendo AG = *cxx* eguale cioè al quadrato della velocità del vento moltiplicata nella rarità dell'acqua, ſe ſaranno condotte le DQ, GQ parallele ed eguali reſpettivamente alle dette facilità AG, AD e ſe da Q ad A ſarà condotta la diagonale AQ rappreſenterà queſta la facilità o lo ſpazio, con cui nel medeſimo tempo ſi moverà, dopo l'urto del vento, l'acqua, cioè accorciandoſi, ſe il vento rieſce in qualche modo contrario alla direzione dell'acqua, come nella figura 9 ovvero allungandoſi, ſe il medeſimo in qualche maniera venghi a coſpirare con la direzione del di lei moto, come nella figura 10, eſſendo chiaro che in queſto caſo AQ è maggiore di AD ſpazio percorſo dall'acqua avanti l' accozzamento del vento. CAP. VIII.

X I.

Dati dunque i due ſpazj AD, AG ſia da ritrovarſi lo ſpazio indi riſultante AQ, il che ſi otterrà mediante la riſoluzione trigonometrica del triangolo ADQ, in cui ſono dati i lati AD, DQ e l'angolo compreſo fra di eſſi. Sia AD = *a*, DQ = AD = *b*, e l' angolo ADQ = *m*; Sia il ſeno di $\frac{180-m}{2} = q$ ed il ſeno tutto = *s*; avendoſi dunque per la trigonometria queſte due analogie *s*. $2a :: q. \frac{2aq}{s}$ ed *s*. $2b :: q. \frac{2bq}{s}$, ſe ſi moltiplicheranno queſte due quarte proporzionali vicendevolmente ſarà il prodotto $\frac{4abqq}{ss}$, ed il quadrato della ſomma dei due lati cogniti $(a+b)$ è $a^2+2ab+bb$, che però ſe da queſto ſi ſottrarrà il detto prodotto ſarà $a^2+2ab+bb-\frac{4abqq}{ss}$, eguale alla baſe ricercata AQ; dipoi ſe ſi farà come lo ſpazio percorſo dall'acqua avanti il vento, alla di lei velocità, così il nuovo ſpazio AQ alla velocità dopo eſſer ſtata ſpinta dal vento, ſarà queſta velocità ritardata o accre-

CAP. VIII. crescíuta a causa della nuova forza, che se gli è applicata, ed in termini analitici $a.\ u :: \sqrt{a^2+2ab+bb-\frac{4abqq}{ss}}.$

$u\sqrt{a^2+2ab+bb-\frac{4abqq}{ss}}$, che è la ricercata formola.

a

XII.

Coroll. I. Se q. diventa il seno di 180 gradi, ilchè accade allora quando il vento camminerà con la medesima direzione dell' acqua, in tal caso si sa nulla la quantità $\frac{4abqq}{ss}$, e la formola diviene $\frac{ux\overline{a+b}}{a}=\frac{duu+cxx}{du}$.

XIII.

Coroll. II. Ma se m diventa gradi o, che è quando il vento spira direttamente contrario al corso dell'acqua, in tal caso q si sa seno tutto, perchè $\frac{180-o}{2}=90$, e però la formola si cangia in $\frac{u\times\overline{a-b}}{a}=\frac{duu-cxx}{du}$, che è la stessa del numero VIII. di questo sostituendo in vece di u il b, ed in vece di x la quantità a, che vale lo stesso.

XIV.

Scolio I. Supponendo che l'inclinazione del vento rispetto all' inclinazione della superficie del fiume sia di gradi 15, e che gli spazj percorsi dall'acqua e dal vento, siano come quelli posti al numero IX. di questo, e supponendo ancora che questi spazj dell'acqua, e del vento succedano in un minuto secondo di tempo, sarà però come segue

$4=$	l. 0. 6020600
$a=106000=$	l. 5. 0253059
$b=576=$	l. 2. 7604225
$qq=\sqrt{82.30^2}=$	l.19. 9698876
	l.28. 3576760
dal qual logaritmo sottraendo il log. di ss $=$	l.20. 0000000
sarà il residuo	l. 8. 3576760

il di cui numero è prossimamente 227800000

in

in oltre essendo

$aa = 11236000000$

$2ab = 122112000$

$bb = 331776$

loro summa 11358443776

da cui dettraendo il suddetto ritrovato numero 227800000

11130643776

metà del di cui logaritmo è prossimamente l. 5. 0232476

ma $u = 5$ onde il suo logaritmo l. 0. 6989700

e la summa l. 5. 7222176

da cui levando il logaritmo di a = l. 5. 0253059

rimane l. 0. 6969117

del qual logaritmo il numero è prossimamente $4\frac{976}{1000}$, che sono piedi 4. 11′. 8″. 6‴. poco differente dallo scemamento dello spazio fatto per diametrale opposizione, come si è veduto al numero IX. di questo.

XV.

Scolio II. Ma se l'angolo d'inclinazione sarà di gradi 40, in tal caso il logaritmo di $\frac{4abqq}{ss}$ sarà 8. 3337600, il di cui numero è 215600000, che detratto dal numero 11130643776 lascia 11142843776, il logaritmo della di cui metà è 5. 0234421 onde riducendo in una summa sarà

l. 5. 0234421

u = l. 0. 6989700

l. 5. 7224121

e sottraendo a = l. 5. 0253059

l. 0. 6971062

il di cui numero è $4\frac{979}{1000}$, che da p. 4. 11′. 8″. 9‴.

XVI.

Scolio III. E se l'angolo d'inclinazione è di gradi 153, vale a dire, che cospiri con la direzione dell'acqua sarà $\frac{4abqq}{ss}$ eguale al logaritmo di 7. 1241590, il di cui numero è prossimamen-

CAP. VIII. te 13310000, che detratto da 11358443776 lascia 11345133776, la metà del di lui logaritmo è l. 5. 0273065, onde

essendo u = l. 0. 6989700

l. 5. 7262765

e levando a = l. 5. 0253059

si lascia l. 0. 7009706

il di cui numero è prossimamente $s\frac{23}{1000}$ = p. 5. 0'. 3". 3"'.

XVII.

Scolio IV. Finalmente se il vento cospirasse del tutto con la medesima direzione dell'acqua, avendosi allora $\frac{4abqq}{ss} = o$ e la formola divenendo $\frac{u \times \overline{a+b}}{a}$ sarà $5\frac{288}{1000}$ cioè p. 5. 0'. 3". 11"'.

XVIII.

Scolio V. Si supponga poscia l'inclinazione del vento rispetto alla superficie dell'acqua di gr. 15, egli è manifesto, che in un minuto secondo viene ritardato il moto dell'acqua, secondo il calcolo del numero XIV. di questo, tre punti e mezzo, o che è lo stesso per ogni cinque piedi di spazio, i predetti tre punti e mezzo. Quindi mediante l'aurea regola si troverà, che in un miglio verrà ritardato il moto dell'acqua dal vento piedi 24; così paragonando (il che è anche più naturale per confrontarlo con la durazione del vento, supposto sempre della medesima intensione) il ritardamento col tempo impiegato, si averà in un'ora una perdita di piedi 87 $\frac{1}{2}$ e in un giorno naturale, supposto che tanto durasse il vento piedi 2100, che è quasi un mezzo miglio d'Italia. Se il vento fosse inclinato 40 gradi alla superficie dell'acqua, si ha dal numero XV. di questo, che il ritardamento sarebbe di punti 3, ed un duodecimo, il che darebbe in un miglio piedi 21 $\frac{1}{2}$ ed in un' ora p. 77. once 1. E se il vento cospirasse col moto naturale del fiume sotto un angolo di gradi 153, cioè con una inclinazione di gradi 27, dalla parte della corrente caminerebbe l'acqua di più per lo numero XVI. punti 3 $\frac{1}{4}$, onde in un miglio avvanzerebbe piedi 22 $\frac{1}{2}$ ed in un'ora piedi 51 $\frac{1}{4}$.

Sco-

CAP. VIII.

XIX.

Scolio VI. Da quanto fin'ora si è esposto è chiaro, che l'azione del vento in qualunque direzione stia rispetto al corso dell' acqua, dev'esser considerata, come se l'acqua corrente ed il vento potessero, per così dire, operare l'uno contro dell'altra, cioè come se ogni particola d'aria potesse agire contro ogni particola dell'acqua: ma perchè è noto, che questa penetrazione non può realmente darsi, ma che l'azione del vento sopra dell' acqua è molto limitata, e che gran fatto non si estende oltre la superficie della medesima acqua, per tanto sarà ulteriormente da cercare la reale alterazione, che l'aria mossa in vento può esercitare contro dell'acqua o corrente o anco stagnante.

XX.

Se dunque sopra tutta l'altezza dell'acqua d'un fiume, che può estendersi alli 10 e 20 piedi non può agire la forza del vento, sia da ritrovarsi quella profondità sotto la superficie del medesimo fiume, a cui può arrivare l'azione dello stesso vento, e senza partirsi dalla figura espressa al numero X. di questo, essendochè dalle due azioni AD, AG, l'acqua sarebbe obbligata a seguire la direzione AQ in vece della AD, e risolvendosi questa AQ nelle due AF, QF, delle quali la prima è quella che opera per via dell'impressione del vento CA sopra l'acqua BA, sembra però potersi prender questa AF per la misura della ricercata penetrazione, e per conseguenza dell'effetto prodotto dal vento sopra l'acqua per una data inclinazione. Per avere dunque la AF, essendosi per il numero XI. di questo ritrovata la AQ, se per la trigonometria si farà come questa AQ al seno dell'angolo dell'inclinazione dell'acqua col vento BAG = ADQ = *sm* (*s.* significa seno) così AD al seno dell'angolo AQD, si averà quest'angolo, ponendo la detta analogia in termini analitici. TAV. IV. Fig. 9. 10.

$$\sqrt{a+b^2-4\frac{abqq}{ss}} \,.\, sm :: duu \,.\, \frac{duu \times sm}{\sqrt{a+b^2-4\frac{abqq}{ss}}} = s.\text{AQD, il di}$$

cui angolo corrispondente sia p, sarà per tanto $180-m=p=$ angolo AQF, il di cui seno dicasi r, facendo poi come il seno tutto s ad $AQ=\sqrt{a+b^2-\frac{4abqq}{ss}}$ :: r al quarto proporzionale

CAP. VIII. $AF = \frac{r}{s}\sqrt{a+b^2} - \frac{4abqq}{ss}$, che vale la ricercata profondità, a cui nelle dette circoſtanze ſi potrà eſtendere l'azione del vento, e ſarà però in ragion diretta del ſeno della differenza fra l'angolo retto preſo due volte, e la ſomma dei due angoli dell'inclinazione, fra il vento e l'acqua dell'angolo ADQ, e della AQ, e reciproca del ſeno tutto.

XXI.

Scolio. Sia l'inclinazione ſuddetta di gradi 15, per tanto ſarà $\frac{duu\sqrt{m}}{\sqrt{a+b^2} - \frac{4abqq}{ss}} = \frac{\text{l. } 106000 + \text{l. } f. 15\text{ gr.}}{l\,AQ}$ onde 10600 = l. 5.0253059

l. gr. 15 = l. 9.4129962

l. 14.4383021

$l\,AQ$ = l. 5.0232476

l. 9.4150545

che riſponde al ſeno di gradi 15. 4′ quindi $180 - m - p = 180° - 15° - 15°.4' = 149°.56$, ed il ſuo complemento 30°. 4′ il di cui ſeno corriſponde ad r, onde l'eſpreſſione $\frac{r}{s}\sqrt{a+b^2} - \frac{4abqq}{ss}$ ridotta a logaritmi ſarà

9.4150545

5.0231476

14.4383021

10.0000000

4.4383021

che ha per numero 24430 proſſimamente, facendo poſcia AD allo ſpazio corſo dall'acqua ſenza il vento nel tempo di un minuto ſecondo, così AF allo ſpazio che correrebbe l'acqua percorrendo queſta ſteſſa linea, dinotante l'azione fatta dal medeſimo vento contro l'acqua, ed eſſendo quello ſpazio ſecondo le ſuppoſizioni fatte ne' numeri antecedenti 5 piedi, ſarà prendendo i Logaritmi

4.4383021

0.6989700

5.1372721

5.0253059

0.1119662

che vale proſſimamente piedi $1\frac{294}{1000}$ = piedi 1. 3. once 6 pun-

ti

ti, e 4 minuti; ficchè in tali ſuppoſizioni crederei che non molto lontano dal vero ſi foſſe, quando ſi calcolaſſe riſentirſi l'acqua di quel dato fiume a cauſa del vento nella detta inclinazione, e qnando queſti foſſe con la ſuppoſta energia, per un piede ſotto della ſuperficie corrente, onde dato queſto impedimento reſta manifeſto il metodo di rilevarne gli effettivi ritardamenti. CAP. VIII.

XXII.

Abbenchè paja, che quando il vento foſſe orizontale nulla poteſſe operare contro il corſo del fiume, eſſendocchè in tal caſo AF è eguale a zero; nientedimeno ſe ſi farà attenzione all'inclinazione, che ogni fiume o poca o molta, neceſſariamente deve avere, reſterà manifeſto, che il Vento, anche ſe ſpiraſſe parallelo all'orizonte, potrà agire ſul fiume ch'è inclinato; e ſe anche il fiume, come accader ſuole nelle vicinanze de' sbocchi nel Mare, ſteſſe orizontale, contuttociò un tale ſtato per poco lo potrà mantenere, mentre non sì toſto comincia il rifluſſo del Mare, che immediatamente anche il fiume acquiſta il ſuo proporzionato pendìo; onde è da concluderſi, che in tutti i caſi, non mai potendoſi dar vento, che non ſia inclinato riſpetto alla ſuperficie del fiume, così la AG mai potrà eſſer zero, e perciò il fiume avrà a riſentire ſempre o poco o molto del Vento. Si dà quì l'idea d'uno ſtrumento, che ſi reputa valevole a far conoſcere ſufficientemente l'inclinazione del Vento riſpetto alla linea orizontale. Sia una ſpecie di tamburro di legno ſottile eſpreſſo per la figura EAG, il cui diametro ſia E*y* di un piede e mezzo in circa, e la groſſezza AM di quattro once, e per entro ſia tutto vuoto. Nel centro D ſia accomodata una ruota volante affiſſa nel centro D con un perno, ed abbia i ſuoi bracci o pallette di leggieriſſima materia *b. b. b.* &c. coſichè poſſa liberamente e facilmente girarſi; il diametro di eſſa ruota cioè *bb* ſia la terza parte in circa di tutta la EG. Sia poi aperto un foro in A di una mezz'oncia di diametro, ed a queſto ſi uniſca ben fortemente un cono tronco ad imbuto BAC di materia anch'eſſo leggiera, ma conſiſtente, e che abbia il ſuo aſſe nella direzione QM, dimodochè vada a ferire poco ſotto dell'eſtremità de' bracci della volante *bb;* e nella medeſima linea MF dalla parte oppoſta F ſi apra un altro foro di conſimile diametro, e ſi armi con un cilindro cavo e di poca altezza F, e diviſo l'arco FA in due parti eguali in B, da queſto punto ſi laſci cadere un filo, a cui ſia raccoman- TAV. IV. Fig. 11.

CAP. VIII. comandato il peso G; indi all'estremità dell'asse D, che riesce oltre la superficie di uno delli due piani circolari EAG, sia posto un indice, e fatto un circolo dal centro D, si segni un punto ben visibile ad arbitrio, come sarebbe P, e l'indice sia DL. S'intenda in oltre condotta su la detta superficie la linea retta MF, che passi per tutti e due i centri M ed F. Tal strumento poi dovrà esser piantato sopra di un piede, che lasci il comodo di rivolgerlo a tutte le parti. Circa all'uso, ogni qualvolta spiri del vento, si dovrà verso di questo volgere la bocca dell'imbuto BC, cosichè entrandovi l'aria per M esca per F, e nel passare faccia girare la volante *bb* col maggiore possibile moto, lo che si rileverà dal numero de' giri dell'indice LD dentro un dato tempo, che si fisserà o con un orologio a secondi, o con la vibrazione di un qualche pendolo. Conosciuto dunque questo maggior numero de' giri della volante, si noti l'angolo, che formerà il pendolo EG con la linea MF, il qual angolo sottratto da' 90 gradi, darà l'angolo della ricercata inclinazione del vento rispetto all'orizonte. Per sapere poi il viaggio del medesimo vento, si misurerà la porzione di circonferenza LPM, e si osserverà quante volte in un dato tempo essa venghi percorsa, e questo viaggio risponderà al moto del vento. Egli è ben vero che per notare il numero di questi giri, quando il vento sia molto intenso, converrà che l'indice DL sia molto lungo, anzi sarebbe bene il formarlo con sottil lamina di ferro, o di rame longhissimo, e lasciar che oltrepassi i limiti del Tamburro, bastando che venghi diligentemente notato il numero de' giri; quando bene mediante qualche macchina non si potesse fare, che venissero numerati i giri in quel modo che si pratica ne' podometri, coll' avvertenza però, che tali macchine non disturbino il libero moto del vento dentro del Tamburro.

XXIII.

Quanto si è detto alli numeri X e XI di questo, si può applicare all'azione del flusso del mare in riguardo al ritardamento del corso de' fiumi, e all'accrescimento cui devono restar soggetti per tal cagione. Intendasi CA la direzione del fiume, che sia inclinata alla superficie del mare DB, con qualsivoglia angolo CAD, la velocità del fiume sia espressa per *u*, quella del mare opposta a quella del fiume per *x*; e perche si vogliono supporre le acque del mare e del fiume con la medesima resistenza, per tanto le facilità di

pene-

penetrare, che averanno reſpettivamente, ſaranno come i quadrati delle loro velocità, onde ſi averà la AQ (che riſulta dalle due facilità $AE = uu$, $AD = QE = xx$) $= \sqrt{uu+xx^2 - \frac{4uuxxqq}{ss}}$ CAP. VIII.

nella qual formola, come pur ſi è ſuppoſto al numero XI, q è eguale al ſeno dell'angolo di gradi 180 meno l'angolo dell'inclinazione CAD, diviſo queſto reſiduo per metà ed s eguale al ſeno tutto. Se l'inclinazione foſſe nulla, in tal caſo la nuova facilità indi riſultante AQ minore della prima AE, ſarebbe $\sqrt{uu+xx^2 - 4uuxx}$, eſſendochè in tal caſo $q = s$, oppure $AQ = uu - xx$. La AQ ſi determina geometricamente, mentre ſtabilite che ſiano le due AE, AD eguali, come ſi è detto, reſpettivamente alle quantità uu e xx, ſe ſi compirà il parallelogrammo DQEA, eſprimerà la diagonale AQ la ricercata facilità.

XXIV.

Sia AK la ſuperficie del mar baſſo, bA quella di un fiume, ch'entro vi sbocchi, e ſul mare ſi ſpiani. Sia poi BML la ſuperficie alta del medeſimo mare, debbaſi ritrovare la poſizione della retta bB, linea del medeſimo fiume accomodata all'alta marea BM. Si conduchi la BC perpendicolare alla ſuperficie BM ed alla AK. Intendaſi AK lo ſpazio impiegato dal corſo del fiume nel tempo della baſſa marea in un ſecondo di tempo, e BM quello del medeſimo fiume nello ſteſſo tempo dopo il fluſſo del Mare. Dati dunque gli ſpazj, AK, BM percorſi, come ſi è detto, ſi trovino per il numero XVIII. del Capitolo antecedente, le corriſpondenti ſublimità HE, FG, la prima delle quali HE nella GD parallela così reſti accomodata, ſicchè prodotta KA in e cada il punto H nella ſuperficie bA, ſi conduchino ancora a queſta Ke orizontale le due parallele cd, Lf verſo d ed f. E' manifeſto che cadendo un grave dalla ſublimità HE arrivato che ſia in E, averà acquiſtato una velocità da correre con moto equabile il detto ſpazio AK. Se parimenti ſi farà GF come l'altezza, da cui cadendo l'altro grave, arrivato che ſia in F acquiſti la velocità da percorrere con moto equabile la BM, ſe dal punto B per l'eſtremità G ſarà condotta la BGb, ſarà queſta la poſitura della ſuperficie, che il fiume acquiſterà durante l'alta marea, ridotto che ſia eſſo fiume allo ſtato di permanenza. Perche dunque BM è minore TAV. IV. Fig. 13.

CAP. VIII.

nore di AK anche GF sarà minore di HE, onde la B*b* meno si scosterà, dentro una data distanza, dalla B*f*, di quello farà la A*b* dalla A*e*, dentro la medesima distanza, che però le due A*b*, B*b*, saranno convergenti fra di loro, e finalmente si verranno ad unire in un punto *b*, che sarà appunto il termine dell'azione dell'alta marea, o sia del rigurgito su per lo fiume; da quello punto però, che sia, come si è detto, l'*b*, si lasci cadere la *bd* perpendicolare alla *d*C; e perchè i due triangoli AEH, A*eb* sono simili, sarà AE. EH :: A*e*. *eb*. Parimenti essendo simili i due triangoli BFG, B*fg* sarà ancora BF. FG :: B*f*. *fb*, ma AE = BF, come pure A*e* = B*f*, adunque HE. FG :: *be*. *fb* :: *be*. *be* — BA. Perche poi gli spazj HE, GF sono come i quadrati della velocità, quindi dicendo la velocità per AK = *u*, quella per BM = *x*, sarà HE = $\frac{uu}{4b}$, ed FG = $\frac{xx}{4b}$, dicasi *be* = *z*, e sia BA l'altezza massima del mare a cagione del flusso = *m*, sarà l'analogia $\frac{uu}{4b}$. $\frac{xx}{4b}$ :: *z*. *z* — *m* che nasce dall'altra analogia ricavata dalla similitudine de' triangoli, ed ancora perchè essendo per l'ipotesi, ridotto il fiume allo stato di permanenza, dovendo però anche in questo stato scaricare eguali quantità di acqua in ogni di lui sezione, sarà AC $\surd$ HE = BC $\surd$ GF, come anche AC $\surd$ *be* = BC $\surd$ *fb*, onde AC = $\frac{BC\surd GF}{\surd HE}$ = $\frac{BC\surd fb}{\surd be}$, oppure HE. GF :: *be*. *bf*. adunque *z* = $\frac{muu}{uu - xx}$. Pertanto se nel dato angolo d'inclinazione HAE si iscriverà *be* parallela ad HE ed eguale alla quantità $\frac{muu}{uu - xx}$, determinerà questa il punto ricercato *b*, termine dell'azione del flusso; lo che era da ritrovarsi.

XXV.

Corollario. Che però, se si farà come la differenza de' quadrati delle velocità del fiume alto e basso, al quadrato della velocità del fiume in tempo della bassa marea, così la differenza fra le altezze del mare prima e dopo del suo crescimento ad una quarta proporzionale: esprimerà questa l'altezza inscrittibile per il termine dell'azione del flusso dentro l'angolo d'inclinazione, che ha il fiume sopra l'orizontale del mare in stato di bassezza.

Per

XXVI.

Per averſi la diſtanza dal punto *b* dal mare A, ſi farà ſecondo i principj della trigonometria *Sen:* $bAe = q$. $be = \frac{muu}{uu-xx} :: f.T = s$. $\frac{s \times muu}{q \times uu - xx} = Ab$, e chi voleſſe la B*b* ſarà queſta, conforme è noto a' Geometri aſſai facile da trovare, mentre nel Triangolo *fb*B ſono dati i lati *f*B = *e*A ed *fb*; e l'angolo *bf*B è retto, ma inſenſibilmente eſſendo ineguali le due B*b*, A*b* nelle grandi diſtanze; quindi potremo ſervirſi della ritrovata A*b* ſenza imbarazzarſi in un più laborioſo calcolo.

XXVII.

Scolio. Sia l'inclinazione di un fiume d'once due per miglio, intendendo ch'eſſo miglio ſia di pertiche 500 di Bologna, come lo abbiamo in queſto Trattato più volte ſuppoſto per accomodarſi alle oſſervazioni fatte in Pò, ridotte alla detta miſura; ſarà l'angolo GBF di 6 ſecondi; ſia l'altezza del mare AB ſopra del ſuo baſſo pelo piedi $3 = m$, la velocità del fiume in $bA = u$ intendaſi di piedi 3 in un ſecondo di tempo, e quella per *b*B cioè nell'alta marea x ſia di un ſolo piede nel detto tempo di un ſecondo; ed eſſendo l'angolo HAE di 6 ſecondi di un grado, ſarà il ſuo ſeno $q = 3$, eſſendo il ſeno di un minuto primo = 29 parti delle 100000 nelle quali s'intende diviſo il raggio, onde la formola $\frac{s}{q} \times \frac{muu}{uu-xx}$ diviene $\frac{100000 \times 3 \times 9}{3 \times 8} = 112500$ piedi, cioè pertiche 11250 di dieci piedi l'una, che fanno miglia $22\frac{1}{2}$. Poſta la ſteſſa inclinazione, ma facendo $u = 4$; $x = 2$, la formola ſuddetta diviene $\frac{100000 \times 48}{3 \times 12} = 133333$ cioè pertiche 13333, che fanno miglia 26 e pertiche 333; di più facendo $u = 4$; $x = 1$ ſarà la formola $\frac{100000 \times 48}{3 \times 15}$ = 106666 piedi o pertiche 10666 che ſono miglia 21 e pertiche 166 per il termine del rigurgito. Facendo poi l'inclinazione del fiume di 3 once per miglio, diviene l'angolo GBF di 10 ſecondi, il di cui ſeno è proſſimamente 5; onde nella ſuppoſizione per la ve-

CAP. VIII.

locità del primo caso, mutasi la formola in $\frac{100000 \times 3 \times 9}{5 \times 8} = 67500$ piedi, che fanno per il rigurgito, miglia 13 $\frac{1}{4}$. Per il secondo caso si muta in $\frac{100000 \times 48}{5 \times 12} = 80000$ piedi o miglia 16. E per il terzo diviene la formola $\frac{100000 \times 48}{5 \times 15} = 64000$ piedi cioè miglia 12 e pertiche 400. Che se tal inclinazione fosse di mezzo piede per miglio, che importerebbe un' angolo di 20 secondi, e l'altezza del mare sopra la sua superficie fosse di piedi $4 = m$, e $q = 10$; in tal caso ritenendo respettivamente le velocità, come ne' tre casi sopraposti, sarebbe per il primo la formola $\frac{100000 \times 4 \times 9}{10 \times 8} = 45000$ piedi o miglia 9. Nel secondo caso sarebbe essa formola $\frac{100000 \times 4 \times 16}{10 \times 12} = 53333$ piedi, cioè miglia 10 e pertiche 333. Finalmente nel terzo caso si muta in $\frac{100000 \times 4 \times 16}{10 \times 15} = 42666$ piedi, cioè miglia 8 e pertiche 266.

XXVIII.

Le velocità del fiume competenti tanto all'alta, che alla bassa marea, si rilevano ciascheduna dal concorso ed azione delle due forze contrarie e del fiume e del mare, considerate in parti libere; saranno queste pertanto da ricavarsi dalla formola del numero XXIII di questo Capitolo, col sostituirvi in vece di u ed x le equivalenti velocità libere del fiume e del mare; essendocchè, se il fiume si muove secondo la direzione del proprio alveo, anche il mare si muove nel crescere che fa, secondo una linea che viene sempre verso terra; onde dato per le osservazioni i gradi delle velocità competenti ad A e B, si potrà dalla formola espressa nel suddetto numero ricavare la pendenza dell' alveo, il che abbenchè in pratica, attesa la difficoltà di fare esattamente le osservazioni, non rispondesse per avventura al fatto, nientedimeno sarà sempre vera la proposizione in pura teorica. Chi volesse altra formola per la distanza Ab o Bb dinotante il termine del rigurgito a causa del flusso del mare, si potrà questa avere con il determinare il punto V nella BA, cosicchè que-

queſto venghi a connotare il centro di azione delle due velocità competenti ad A e B, vale a dire, la *velocità media*, nel qual caſo dicendo BV = n, e perciò AV = $m - n$ ſarà la nuova formola $z = \frac{s}{q} \times \frac{nn}{2n - m}$. CAP. VIII.

XXIX.

Scolio. Prendendo l'eſempio del caſo ſecondo, allorchè l'inclinazione del fiume è ſtata ſuppoſta di 6 ſecondi, ſarà $n.n - m :: 4.2$; $m = 3$, e perciò $n = 6$, che ſoſtituito nella formola di già ritrovata, ſi muta in $z = \frac{100000}{3} \times \frac{36}{9} = 133333$ come ſopra.

XXX.

Ricerca il luogo di trattarſi anco degli sbocchi de' fiumi influenti ne' fiumi recipienti, a motivo di riconoſcere quali alterazioni venghino da quelli cauſati in queſti in ordine principalmente al rigurgito che naſcer dee nell'incontrarſi che fanno ſotto un qualche angolo le acque de' medeſimi; e prima d'ogni altra coſa è da oſſervare la proprietà, che tiene un'acqua corrente nell'uſcire dalle ſtrettezze del proprio alveo in quello ſpazioſo di qualche recipiente, che è non già di ſeguire la direzione del proprio filone, o quella che dovrebbe naſcere dalla compoſizione delle due forze dell'influente cioè, e del recipiente: ma in certo modo di ſpanderſi circolarmente da per tutto; onde per quanto acuto che foſſe l'angolo che faceſſe lo sbocco con le rive del recipiente, non può di meno l'influente di non rintuzzare più aſſai di quello pare a prima viſta la corrente del recipiente, ed allora in particolare, quando queſto foſſe in ſtato di magrezza, o anche di mediocrità di acque, e l'influente veniſſe pieno. Per rilevare dunque proſſimamente la diſtanza a cui ſi può eſtendere il rigurgito, ſarà da conſiderarſi l'aggregato delle velocità che tiene il recipiente al di ſopra dello sbocco dell'influente, avanti la piena dell'influente, e di tutte raccoglierne la *media*; parimenti lo ſteſſo ſarà a praticarſi dopo la piena del medeſimo, raccolte le quali due quantità, ſi averà per la formola regiſtrata al numero XXVI di queſto la ricercata diſtanza, note però che ſiano, l'inclinazione del recipiente avanti

CAP. VIII. la detta piena, e l'altezza a cui può giugnere queſto, dopo ricevute le nuove acque, e che con le medeſime abbiaſi equilibrato.

XXXI.

Scolio. Sia in grazia di eſempio la velocità media nel recipiente avanti la piena dell'influente tale, che l'acqua in un minuto ſecondo faccia piedi 3, ma dopo la piena ne faccia (intendendo ſempre al di ſopra dello sbocco) ſolamente $1\frac{1}{2}$, ſarà dunque $u=3$, $x=1\frac{1}{2}$ ed $m=3$; l'inclinazione del recipiente con la linea orizzontale, avanti la piena, ſia di 20 ſecondi; in tal caſo la formola $\frac{s}{q}\times\frac{mnu}{uu-xx}$ ſarà $\frac{100000\times 27}{10\times 6\frac{1}{4}}=40000$, cioè a pertiche 4000, che ſanno miglia 8. Per lo contrario, ſe ſi voleſſe ſapere quanto il recipiente foſſe per far rigurgitare l'influente, ogni qualvolta veniſſero ambidue in ſomma piena: Si ſupponghino note le quantità ſeguenti: l'inclinazione dell'influente di ſecondi 51, cioè cada 15 once per ogni miglio; la velocità avanti la piena dell'influente ſia di 5 piedi in un minuto ſecondo, e dopo la detta piena; e quando ſiano equilibrate le acque, vale a dire allorchè tutte le ſezioni ſcarichino eguali quantità di acqua, la velocità ſia di piedi due nel detto tempo; onde adattando la formola ſoprapoſta all'influente ſarà $q=25$, $u=5$, $x=2$, e ſia l'altezza acquiſtata dal recipiente ſopra il ſuo baſſo pelo $=m=21$ piedi, ſi muterà dunque la formola in queſta $z=\frac{100000\times 21\times 25}{25\times 21}=100000$ pertiche o ſiano miglia 20; ma ſe $u=4$, in tal caſo $z=$ miglia 18, e pertiche 333.

XXXII.

Ripigliando la figura del numero XIV del Capitolo precedente. Sia da determinarſi l'angolo di deviazione, che l'influente cagiona al corſo del recipiente, cioè BAC oppure DCA. Sia la velocità del recipiente u, quella dell'influente x, ſaranno le forze reſpettive, come i quadrati di eſſe velocità, onde $DC=uu$ ed $AD=xx$: intendaſi dato l'angolo LAP, e perciò anche il di lui complemento LAD oppure ADC. Sarà dunque per la trigonometria $AD+DC.\ DC-AD :: s.\ \frac{DC-AD}{AD+DC}\times s$, cioè

TAV. IV. Fig. 5.

in

in termini analitici $\frac{uu - xx \times t}{uu + xx}$; (t è la tangente della metà del residuo a 180 gradi dell'angolo dato ADC) alla qual tangente connotata da queſta eſpreſſione riſponda l' angolo p , ſarà dunque DCA = angolo LAP $- p$.

XXXIII.

Scolio I. Sia la velocità del recipiente eſpreſſa con il numero 1562; quella dell'influente con 324, onde $u = 1562$, $x = 324$, ed $uu - xx = 2334868$; $uu + xx = 2544820$; Sia LAE = gradi $2\frac{1}{4}$ e per tanto $\frac{uu - xx \times t}{uu + xx} = 4006$, a cui riſponde la tangente di gradi 2. 18′ $= p$, e però LAP $- p$ = DCA = gradi 0. 12′; ma queſta direzione abbenchè vera in Statica , nientedimeno non riſponde, nè al fatto, nè all' oſſervazione a cagione che le parti dell'acqua dell'influente , paſſando dal proprio alveo PF in quello del recipiente ADC , ſi ſpandono ſecondo tutte le direzioni , onde l'angolo dell'inclinazione , che ſi pone di gradi 5 in riguardo alla direzione dell'alveo, può eſſere di molto maggior apertura per rapporto alla tendenza media dell'acqua dell' influente .

XXXIV.

Scolio II. Si regiſtrerà qualche oſſervazione nel propoſito de' rigurgiti de' fiumi, e ſpecialmente di quelli del fiume Pò, perchè col fondamento del fatto ſi poſſa ſtabilire qualche coſa di ſicuro in queſta materia. Dalle depoſizioni legali notate nella viſita del Pò fatta da Monſ. Riviera, ora Eminentiſs. Cardinale, l'an. 1716 leggeſi a c. 193 , ſotto il giorno 18 di Ottobre , la depoſizione avutaſi da uno delle Papozze ne' termini ſeguenti. *Che quando vengono Burraſche grandiſſime del Mare arrivano li rigurgiti quaſi ſino a Francolino , ma che le ordinarie non paſſano Creſpino.* Un altro diſſe a car. 195 . *Che arrivavano le Burraſche grandiſſime del Mare insù per lo Pò con li rigurgiti ſino a Francolino , ed alle volte quaſi a Lagoſcuro , ma che le ordinarie non paſſano Creſpino* ec. *che le Burraſche per quanto grandi ſieno non arrivano a far alzare il Pò alle Papozze non più di un piede in circa , e andando*

CAP. VIII.

do all'insù ſempre meno, e le Burraſche ordinarie lo alzano alle Papozze meno di mezzo piede, ed all'insù del Pò ſempre meno, e nelle parti inferiori eſſer ſempre maggiore l'alzamento. A carte 196 altro Pratico depoſe: *Che li rigurgiti del Mare nelle Burraſche più grandi, che danno all'insù, alzano il Pò da un piede, e ſi eſtendono ſino a Creſpino, ma alle volte quando ſono grandiſſime arrivano quaſi ſino a Francolino, e che nelle Maree ordinarie per li rigurgiti alzarſi l' acqua alle Papozze un mezzo piede al più, e non arrivare tali rigurgiti ſe non quaſi a Creſpino.* Parimente fu depoſto ſotto il giorno 20 Ottobre: *Che quando il Pò è baſſiſſimo i rigurgiti grandi del Mare ſi riſentono quaſi a Francolino, e può alzarſi il Pò colà un dito in due al più, ed a Creſpino allora farà un alzamento d'un piede e mezzo in circa,* aggiongendo: *Che quando poi il Pò è alto, anzi altiſſimo, non ſi ſcorgono, nè ſi poſſono ſcorgere i rigurgiti del Mare, rimanendo inſenſibili.* Altra depoſizione ſi legge a carte 233. *Che li rigurgiti grandi del Mare, quando il Pò è baſſo ſi ſentono quaſi a Francolino. A Creſpino poi potranno alzare un piede incirca d'acqua, e vicino al Mare poſſono alzarſi da tre o quatro piedi incirca, quando però le Burraſche ſono grandiſſime.*

XXXV.

Scolio III. Nella viſita del Pò 1721, fattaſi fra i Commeſſarj Pontificio, Ceſareo e Veneto ſotto il giorno 14 Marzo ſi ha per depoſizione di un pratico interrogato a Lagoſcuro, che il Pò *ora creſce ora cala a cauſa, che il Mare gonfia all'insù, e il Pò ſi alza, ſentendoſi qui a Lagoſcuro le creſcenze del Mare, quando fa gran fortuna.* Fu rilevato anco in queſta viſita lo ſtato delle ordinarie creſcenze, e decreſcenze fatte dal Pò al Mazzorno, ed alla Veniera vicino agli ſbocchi, non eſſendoſi altrove fatte tali oſſervazioni per non eſſerſi fermata la viſita poſitivamente, che ne' due luoghi ſuddetti. La tavola ſeguente contiene quanto fu oſſervato, tirato fedelmente da' regiſtri della medeſima viſita.

16 Apri-

CAP. VIII.

16 Aprile al Mazzorno	B h. 15. 19′ A. 20. 45	differenza delle altezze	- -	p. 0. 4′. 3″
17 detto ivi	B - 17. 23 A. - 22. 49	D.	- - - -	0. 3. 8
18 detto ivi	B 17. 43 A. 24. 41	D.	- - - -	0. 6. 5
19 detto ivi	B 18. 24 A. 24. —	D.	- - - -	0. 7. 6
20 detto Veniera	B 19. 2 A. 1. 45	D.	- - - -	1. 9. 3
21 detto ivi	B 18. — A. 24. 30	D.	- - - -	1. 6. 8

B indica la bassa Marea, A l'alta, ed è da avvertirsi, che essendo accaduta l'ultima quadratura della Luna nel giorno 18. Aprile, l'acqua del Mare aveva pochissimo moto.

XXXVI.

Nell'ingionta figura intendasi AE la cadente del Pò da Lagoscuro al Mare in tempo di acqua bassa di questo, AP la cadente del medesimo nel tempo dell'acqua alta, e ne' siti delle lettere apposte siano disposti i siti lungi il Pò, espressi nella figura, cioè Lagoscuro, Francolino, Polesella, Crespino, Papozze, Mazzorno e Veniera; Le distanze di ciascheduno de' quali dal Mare sieno le notate nella seguente Tavola, ricavate queste da Protocolli della medesima Visita 1721, e ridotte a pertiche Bolognesi, misura di cui si sono serviti gl'Ingegneri in tutte le osservazioni di essa Visita, avvertendo che si prende quivi per termine lo sbocco del Cammello, bocca ed allora, ed in questi tempi la principale di quel fiume. TAV. IV. Fig. 14

Dalla Veniera al Mare, cioè la QE Pertiche - - -	1450
Dal Mazzorno al Mare, cioè la ME - - - - - -	6887
Dalle Papozze al Mare, cioè la DE - - - - - -	9637
Da Crespino al Mare, cioè la CE - - - - - - -	12982
Dalla Polesella al Mare, cioè la NE - - - - - - -	15932
Da Francolino al Mare, cioè la BE - - - - - - -	18912

Da

CAP. VIII.

Da Lagoſcuro al Mare cioè la AE - - - - - - - - - 20142

Dal che ſi ricava che AB ſia Pertiche 1230
AN - - 4210
AC - - 7160
AD - - 10505
AM - - 13255
AQ - - 18692
AE - - 20142

XXXVII.

Se l'azione del Mare non oltrepaſſa Francolino, in tal caſo EP non arriverà ſe non v. gr. in *p*, ed allora BE ſarà la maſſima, e da tutte le AN, AC, AD, AM, AQ, AE ſarà da levarſi AB cioè pertiche 1230, per averſi le BN, BC, BD, BM, BQ, e BE, ed il pelo del Pò ſarà in tali circoſtanze *Bncdmqp*. Quando poi l'effetto della burraſca non oltrepaſſaſſe Creſpino, come accade quando queſta è delle ordinarie, ſecondo alle riferite depoſizioni, allora la CE ſarà la maſſima, e da tutte le AD, AM, AQ, AE, ſarà da levarſi AC di pertiche 7160, e ſi averanno le CD, CM, CQ, CE, ſi conduca *cqrst*, che rappreſenterà il pelo del Pò nelle dette ordinarie burraſche, in quelle cioè, che fanno ſentire i loro effetti fino a Creſpino. E perchè viene afferito, che le grandi fortune di Mare, cioè quelle che arrivano a turbar il corſo del Pò fino a Francolino, fanno alzare il pelo del Pò alle Papozze un piede e mezzo, e a Creſpino piedi uno in circa; oſſervo che ſtanno proſſimamente in geometrica proporzione le diſtanze di queſti luoghi con le dette reſpettive intumeſcenze, ed eſſere BC. *Cc* :: BD. *Dd* cioè 5930 once ad once 12 così 9275 once ad once 18, che però potrebbeſi ricavare un Canone: *Che le altezze alle quali arrivano i fiumi a cagione dell'azione del Mare, ſono come le reſpettive diſtanze dal termine del rigurgito ſino al luogo dell'oſſervazione*, e ſecondo un ſimile computo il Mare in tal ſtato di burraſca dovrà creſcere ſopra la baſſa ſuperficie once 310 poco più.

XXXVIII.

Scolio I. Secondo l'analogia predetta, coſtando dalle oſſervazioni regiſtrate nella Tavola al numero XXXV. di queſto, che l'al-

l'altezza media, a cui arrivò il Pò al Mazzorno li 18 e 19 Aprile foſſe di once 7, e la maſſima altezza alla Veniera ne' due ſuſeguenti giorni 20 e 21 foſſe di once 20; ſe s'intenderà al punto G eſſer il Mazzorno, al punto F la Veniera, e che AE rappreſenti il pelo alto del Pò in que' giorni, come AD il pelo baſſo, ſarà GB = 7; FC = 20, ed eſſendo BC pertiche 5437, ſarà AB pertiche 2927 per l'eſtenſione intiera del rigurgito vicino alle quadrature della Luna, coſicchè il punto A verrebbe ad eſſere 5 miglia e pertiche 427 ſuperiormente al Palazzo Quirini al Mazzorno, e però in quel giorno l' azione della Marea ſarà arrivata (ſecondo queſto calcolo) 177 pertiche ſuperiormente alla punta della diviſione del Pò, che ſi fa nell' alveo detto delle Fornaci, ed in quello di Ariano; ed il Mare avrà ottenuta una altezza di once 29, ſopra la di lui baſſa ſuperficie, imperocchè cognite AB, AD, BG, è pur conoſciuta la DE per i triangoli ſimili AGB, AED, onde per il numero precedente, eſſendo AD = 9814 e GB = 7 ſarà DE once 23 e punti 5, miſura aſſai naturale pel moto di queſto mare.

CAP. VIII. TAV. IV. Fig. 15.

XXXIX.

Scolio II. E quando l'effetto ſi riſenta ſino a Lagoſcuro, ſupponendo ſecondo alle depoſizioni, che a Creſpino ſi alzi piedi 1 ½ cioè once 18, in tal caſo, eſſendo AC. Cc :: AE. EP, ovvero in numeri 7160. 18 :: 20142. 50, reſta paleſe, che in tal incontro ſi alzerebbe il Mare piedi 4 once 2, come appunto ſuccede nell'oſtinato ſpirar de' Sirocchi. Tutte le quali miſure riſpondendo aſſai proſſimamenre a' fenomeni, quella analogia, che riſulta dalla ſimilitudine de' triangoli, i lati de' quali ſono nella ſuperficie alta e baſſa del fiume, e le baſi le altezze reſpettive ne' dati luoghi dell'acqua del fiume, potrà adoprarſi, come di una ſufficiente preciſione.

TAV. IV. Fig. 14.

XL.

Chi voleſſe ſapere la minor inclinazione, con cui cammina il Pò nello ſtato dell'alta marea, riſpetto alla baſſa; intendaſi condotta l'orizontale DNM, e la parallela a queſta PE, e ſia nota la CN, che ſupponendoſi cadere il fiume due once per miglio verrà ad eſſere per il primo caſo del creſcere del Pò alla

CAP. VIII. TAV. IV. Fig. 15. Veniera once 20 ſopra il di lui baſſo pelo di once 5 e punti 9, e la DE eſſendo ſtata ritrovata di once 23: 5, come la CF per le oſſervazioni eſſendo di once 20 ſarà PC = PN — CN = 23. 5 — 5. 9 = 17. 8, e per tanto FP = FC — PC = 20 — 17. 8 = once 2 e punti 4, che diviſi nelle 1450 pertiche, diſtanza che corre dalla Veniera al Mare, ſi avranno punti 9 per miglio, e perciò il declivio viene a ſcemarſi di punti 15 per miglio.

XLI.

Nel propoſito de' rigurgiti cauſati, o dal Mare, o da qualche fiume influente nel ſuo recipiente, o da queſto in quello, ogni qualvolta l'altezza ſua ſuperaſſe quella dell' influente è da notarſi, che l'elevazione cauſata da' medeſimi rigurgiti non ſi miſura dalla ſemplice altezza, che fa il Mare, o il fiume ſopra il baſſo pelo, o dell'uno, o dell'altro, ma ben rieſce ella non poco maggiore, che però l' orizontale, che foſſe condotta dal punto della maſſima altezza predetta non potrebbe in verun modo indicare la vera eſtenſione del rigurgito. L' eſempio lo abbiamo nello ſteſſo Pò, in cui atteſi i rilievi della viſita 1721, ſi ricava che la di lui inclinazione nello ſtato di baſſezza da Lagoſcuro alla Chiavica della Palata, che è fra la punta di S. Maria, ed il Mazzorno, ſia di piedi 5. 8. 5., ed eſſendovi da queſto punto al Mare pertiche Bologneſi 7887, che fanno miglia 15½ (tratto non potutoſi livellare per eſſer ſoggetto di continovo a' moti del Mare) ſe gli dà once due per miglio di caduta, onde ne riſultano once 31, o diciamo ſolo 30, dimodochè l'intiera cadente del Pò da Lagoſcuro al Mare nello sbocco del Cammello ſara piedi 8. 2. 5: Ma dai calcoli abbiamo rilevato, e conoſciamo anco dalla ſperienza, che il Mare nelle maggiori burraſche, non può alzarſi che poco più delli 4 piedi ſopra la di lui baſſa ſuperficie, ed arrivando come coſta dalle depoſizioni, l'effetto della burraſca ſino a Lagoſcuro, reſta manifeſto, che a doppia maggior altezza perpendicolare arrivar può il detto effetto, di quello ſembra, che doveſſe giugnere. Chi farà rifleſſo all'impedimento, che l'acqua inferiore promove nella ſuperiore, queſti vedrà una non oſcura ragione del fenomeno.

Pare

XLII.

Pare a prima vista, che si potesse calcolare l'estensione del rigurgito dall' altezza da cui cadendo un grave acquistasse tanta velocità da poter percorrere dentro un dato tempo, tanto spazio, quanto realmente può percorrere il Mare, o il fiume, che un tal rigurgito promovesse, il che in niun conto rispondendo a' fenomeni, non può un tal fondamento esser adottato come vero e reale. Si supponga che il Mare nel flusso cammini contro il fiume, che in esso sbocca, due piedi in un minuto secondo, che è un moto assai maggiore del vero, almeno qui nell' Adriatico, nel quale l'acqua non arriva quando cresce a far un miglio all'ora; e perchè per lo numero XVIII. del Capitolo precedente la sublimità, che si ricerca per far muovere un grave, che scende con un dato moto in qualunque altra direzione, si esprime per $\frac{ss}{4b}$ in cui s rappresenta lo spazio ricercato, b vale 15 piedi di Parigi; sarà dunque detta sublimità essendo $s = 2$; $\frac{4}{60} = \frac{1}{15}$, che danno once 9 e punti 7. Perchè poi il Mare nella grande burrasca si può alzare piedi 4, il di lui effetto sarà determinato per l'orizontale, che passerà once 9 e punti 7 aldisopra dei detti piedi 4, adunque non arriverebbe a' due miglia, e qualche cosa di più oltre dei Albaroni di quà dalla Guarda, quando è noto, che l'effetto delle burrasche grandi arrivano a Francolino e a Lagoscuro. Parimenti si supponga, che fuori della burrasca, il flusso del Mare cammini in un minuto secondo un solo mezzo piede, e che si alzi sopra del suo basso pelo, due piedi nel termine dell' alta Marea, sarà $s = \frac{1}{2}$ ed $\frac{ss}{4b} = \frac{1}{240}$ nel qual caso la sublimità sarebbe poco più della metà di un punto di oncia, ed il rigurgito secondo la supposizione fattasi avrebbe ad estendersi per quanto comportano li due piedi, ma con questi non arriverebbe all' intestatura del Taglio un miglio e più inferiormente alla Cavanella, quando è manifesto, che oltrepassa in ogni tempo il Mazzorno di qual-

CAP. VIII. che miglio. Se al ſolo sbocco naſceſse l' impedimento, e foſse conſiderato il Mare, o il fiume recipiente ſenza moto alcuno, la dottrina ſopradetta potrebbe in qualche modo verificarſi; ma gl' impedimenti ſi vanno moltiplicando anco nelle parti dentro l' alveo del fiume, abbenchè ſempre minori rieſchino i più lontani dagli sbocchi. Quindi naſce la neceſſità di piantare il calcolo ſopra altri principj, come ſi è proccurato di fare ne' numeri precedenti, avendoſi in viſta di ſpiegare i fenomeni ſecondo le leggi della natura, e le fin' ora fatte oſſervazioni.

CAPI-

CAPITOLO NONO.

Delle cauſe univerſali delle eſcreſcenze e decreſcenze de' fiumi, e loro fenomeni.

I.

Eſſendo per lo più collocati gli alvei de' fiumi nella parte più baſſa delle Provincie, per le quali diſcorrono, ne proviene, che le acque in eſſi, come a centro finalmente ſi rivolghino, e quanto maggiore ſarà la ſuperficie della terra, che vi ſcolerà, tanto maggiore verrà a riuſcire di mole di acque quel fiume. Se quanto di pioggia cade ſul terreno, paſſaſſe ſubito nell' alveo recipiente, e queſto con un moto rapido portaſſe al mare le acque, i fiumi non avrebbero che moderatiſſime le piene, ma impedito il corſo dell'acqua da infiniti oſtacoli, e nel fiume recipiente e negl'influenti, non potendoſi eſs' acqua ſmaltire a proporzione della ſovravegnente, convien al fiume gonfiare, e porſi in molta eſcreſcenza che ſi dirà maſſima, allorchè empirà tutto il letto ſino alla ſommità delle rive ed arginature, e mediocre quando non oltrepaſserà la metà dell' altezza dell' alveo, e ſi chiamerà trovarſi il fiume nella magrezza, allor quando correrà con molta ſcarſezza di acque.

II.

Caderebbe quì in acconcio di ricercare, ſe i fiumi venghino formati o mantenuti dalle ſole piogge e nevi liquefatte, ovvero dal mare mediante li ſotterranei communicanti meati; ma per non dilungarmi ſoverchiamente dall' iſtituto di queſto Trattato, dirò ſolamente: che quanta è l'implicanza con le buone leggi della Statica di queſta ſeconda, benchè aſſai antica opinione, altrettanto la prima è aſſiſtita da tali e tante oſſervazioni che ormai luogo appena ſi laſcia da dubitare della di lei verità. I Franceſi più degli altri veramente ſi ſono diſtinti in queſta ricerca, e le loro ſperienze hanno, ſi può dire, poſto in tutto il ſuo lume una tale aſtruſa materia, ed hanno nel medeſimo tempo dato eccitamento, e moſtrato come con l'oſſervazione alla mano ſi poſſa avere il vero fondamento della propoſizione.

Per

CAP. IX.

III.

Per giudicare adunque rettamente delle piene de' fiumi, convien avere in considerazione, 1. l'area della terra che somministra l'acqua; 2. l'altezza, a cui questa giugnerebbe, durante la pioggia, se niun esito avesse, che la derivasse nel fiume; 3. Il pendìo de' terreni verso dell'alveo; 4. la capacità di questo; 5. la velocità propria tanto nell'acque magre, che nell' escrescenze; e 6. finalmente ogni altro accidente impeditivo del naturale corso dell'acqua, quando è di già incanalata nell' alveo. Lo squagliamento delle nevi è pur da considerarsi, come l'effetto di una pioggia in quel sito, ove esse nevi esistono, il quale benchè per lo più di non molta estesa in paragone di tutto il terreno, che può somministrar l'acqua al fiume, nientedimeno però il molto tempo, in cui dura per ordinario lo sfacimento delle dette nevi, può tener non poco gonfio il fiume. Quanto maggior di estesa e di pendìo sarà l'area del terreno, che somministra le acque all'alveo maggiore, tanto maggiore sarà la piena, rispetto ad un altro fiume in parità di circostanze; così parimenti, se la medesima area fosse liscia, e senza impedimenti, farà nel fiume una più grand'escrescenza di quello fosse per fare la stessa o egual area impedita, e con molti ostacoli, che ritardassero l'acqua; dal che ne nascono i gravi disordini di quasi tutti i fiumi di Lombardia, dacchè sono state coltivate le colline ed i monti, da' quali senza verun ritegno precipitando le acque, riempiono in pochi momenti gli alvei loro, discorrendo per essi con tale tumidezza, che non vi è argine, che possa contenerne o l'impeto o l'altezza.

IV.

Se a misura della quantità dell'acqua che dalle Campagne e da' monti si raccoglie nell'alveo, si andasse accrescendo la velocità per smaltirla nel mare, reale centro di tutti i fiumi, non succederebbero mai, o rarissime volte, le rotte: ma il pretendersi in natura una tale celerità è un volersi l'impossibile, giacchè tanti e tali sono gl' impedimenti che derivano dal pendìo, dalla tortuosità dell'alveo, dall' unione di altre acque nel recipiente, da i Venti che soffiano talvolta contrarj al corso del fiume, e dal flusso del mare, che manca affatto la speranza di vedere i fiumi sì veloci che possino supplire col moto allo smalti-

mento

mento delle acque, che loro vengono somministrate da' paesi aggiacenti, e che hanno naturale diritto di mandare le proprie acque in quell' alveo: ma dato anche che questo moto vi fosse, avrebbe egli ad essere cotanto rapido, che non vi sarebbe arginatura che resistesse alla corrosione che produrrebbe l'acqua, quando bene non si concepisse un alveo sempre corrente fra i macigni de' monti. Costituiti però i fiumi dentro tali limiti, e circostanze, non ci resta altro per ripararsi dalle rovine, che seco portano, che inalzare ed ingrossare eccessivamente que' ripari delle arginature, che sono destinati a sostenerli, ed a far fronte alla loro forza; ciò non ostante per qualunque riparo, che venisse piantato, non resterebbe pur anco assicurato il Paese, se la costituzione del Clima con le pioggie moderate, e non universali non concorresse a tener i fiumi dentro moderate elevazioni; per altro, come alle volte pur troppo succede, se durano molto le piogge, se tutti gl' influenti corrino pieni in un tempo nel recipiente, e se il mare per i venti contrarj al corso del fiume, neghi per molti giorni il libero e naturale ingresso alle di lui acque, riparo non vi è, che possa impedire che non tracimi, e non allaghi le Provincie, quando le Campagne aggiacenti siano più basse della maggior altezza, a cui può arrivar esso fiume. Esempio memorabile l'ebbe la Lombardia del 1705, quando il Pò, gonfiatosi all'eccesso per essersi ad un tratto pur gonfiati tutti i suoi influenti, squarciò gli argini tutti con 48 rotte da Guastalla al mare, formando di un sì vasto paese un solo dilatatissimo Lago.

CAP. IX.

V.

Perche dalle osservazioni fatte e nell' Accademia Reale di Francia, e da altri molto celebri Uomini in varie parti di Europa, si può computare la quantità ragguagliata dell' acqua, che dentro lo spazio di un anno, cade con le piogge, e perche possono esser note altresì le altezze, alle quali ascenderebbe l' acqua accresciuta dalle medesime piogge dentro qualunque altro assegnabile tempo, come pure perche si può conoscere e determinare la superficie di terra di una o più Provincie, che scola in un dato alveo; pertanto non potrà nè meno ignorarsi, data la quantità dell' acqua caduta in pioggia per un dato tempo, il termine a cui sarebbe per giugnere l'altezza di quella piena, supposta pur nota anco la larghezza dell' alveo; mentre dicendo

CAP. IX. cendo la lunghezza di esso alveo per tutto il tratto, che riceve le acque degl' influenti suoi e delle Campagne fino al mare a; la larghezza de' terreni, che gli somministrano l'acqua b; l'altezza dell'acqua che può cadere nell'assegnato tempo x; la larghezza dell'alveo del fiume in quistione c, e l'altezza ricercata della piena y, supposte le velocità dell'acqua date per questa altezza, elevata alla podestà m, sarà $y = \frac{\overline{bx}|}{c}^{\frac{1}{m+1}}$

VI.

Corollario. E quando $m = \frac{1}{2}$ ch'è l'ordinario valore, che vien dato per il calcolo delle velocità, la formola soprapposta diverrebbe $y = \frac{\overline{bx}|}{c}^{\frac{2}{3}}$, vale a dire, che le altezze delle piene sarebbero nella ragione duplicata subtriplicata della quarta proporzionale alla larghezza dell'alveo, al terreno che somministra l'acqua, ed alla altezza dell'acqua caduta con la pioggia sopra le Campagne, durante quel dato tempo.

VII.

Scolio. Ma su tali fondamenti, veri per altro, nelle supposizioni che si fanno, mal si accorderebbero le altezze così dedotte con le osservate nell'escrescenze, mentre oltrechè quì vien supposto l'alveo o affatto privo di acqua avanti la pioggia, o almeno con pochissima e quasi stagnante, dobbiamo poi anche supporre l'acqua delle piogge, che possi tutta passare in un istante dentro l'alveo del fiume, e che ivi senza fluire, crescer possa alle dette misure, lo che pure è contrario alle leggi della natura, oltre al dover prescindere da tutte le resistenze, ed accidentali impedimenti, per li quali viene diversificato assaissimo il calcolo. Nè miglior lume per conseguire l'intento, si potrebbe avere servendosi delle proposizioni IV e V del Castelli nel Libro della *misura delle acque* o de' documenti del Guglielmini inserti nel Capitolo X della *Natura de' fiumi*, dove anche questo Autore confessa ingenuamente la difficoltà di arrivare al vero col mezzo de' calcoli e delle teoriche proposizioni, come nè meno si sarebbe potuto giugnere a conseguirne il fine col servirsi delle

le formole per l'accreſcimento dell'acqua degl'influenti ne' recipienti date nel Capitolo VI num. 11. e ſegu. tante eſſendo le circoſtanze che alterar ne poſſono la baſe del conteggio, ſe l'illuſtre ſuo Commentatore Manfredi non aveſſe quanto baſta, riſchiarata queſta sì oſcura materia. CAP. IX.

VIII.

Il *Mariotte* nel Trattato de' movimenti delle acque Parte I, Diſcorſo II produce un ingegnoſo calcolo della quantità dell'acqua, che può ricevere la Sena in un anno, e ritrova, che di tutta la piovuta dentro di queſto tempo, non ne paſſa la ſeſta parte per la ſezione di Pont-royal, riſolvendoſi, convien dire, il rimanente in vapori, e diſperdendoſi per tener umettate le terre; rifleſſo, che benchè direttamente non ſerva per i rilievi, che ſi cercano delle altezze delle piene, indica però in una certa maniera il modo di determinare, con meno equivoco che ſia poſſibile, la quantità dell' acqua che cade in pioggia per rapporto alle medeſime piene. Ho voluto io pure, ſopra le oſſervazioni fatte nel Pò, indagare ſe veramente ſuſſiſta il fenomeno, ſul piano datoci dal detto Mariotte. Si è preſa la carta del Pò ſtampata in Roma, delineata dal Colonello Ceruti, come la meno erronea, e da queſta tagliando fuori tutto il paeſe di là dall' Alpi, e quello oltre l'Appennino, come pure nelle parti inferiori, tutto quel tratto che a Settentrione giace oltre Tartaro e Caſtagnaro o Canal-bianco, e nelle Meridionali, tutto quello ch'è collocato dalla Stellata ingiù, eſſendo il Panaro l'ultimo degl'influenti del Pò dalla parte deſtra; ſi è trovato dunque il rimanente contenere una ſuperficie di 30000 miglia di quadratura, cioè a dire, che ſcola una eſteſa di paeſe equivalente ad un' area quadrata che abbia per lato miglia d'Italia 173 in circa, computando 60 miglia per un grado dell' equinoziale.

IX.

Per fiſſare l'altezza dell'acqua venuta in un anno con la pioggia in Lombardia, (trattandoſi del Pò) col ſervirſi delle ſole once ſedeci Bologneſi, i piedi cubi delle piogge per tutto un anno, avuta relazione all' area ſtabilita nel numero antecedente, che ſcola in Pò, ſarebbero 102083333333: prendendo poſcia la ſezione regolata di queſto fiume al Ponte di Lagoſcuro ſul Ferrareſe, larga piedi di Bologna 720 con altezza

CAP. IX. ragguagliata di piedi 12, secondo alle osservazioni dell'an. 1720, e la massima altezza determinatasi col ragguaglio della piena 1719, arrivando a piedi 29, ne proviene che l'altezza media di Pò mezzano sia piedi 20 in circa. In oltre essendosi dal Montanari osservato, che il Pò basso in detto luogo cammina un miglio all'ora, come si legge nella di lui Disertazione intorno la corrente del Mar Adriatico (regolando i miglia Ferraresi con i Bolognesi, de' quali si siamo serviti nelle Visite) e da noi pure nella Visita 1721 essendosi riconosciuto, che in un'ora il Pò basso faceva all'incirca il detto miglio in detto tempo, per ricavarsi la velocità del Pò mezzano, quando cioè abbia l'altezza di piedi 20, si potrà adoperare la seguente regola, la quale si accosta più delle altre alle osservazioni; e consiste nel prendere le velocità e nella semplice ragione dell'altezze medie, e nella dimezzata delle medesime, e dividere il prodotto per metà.

X.

Scolio I. Calcolando dunque nell' uno e nell' altro modo, supporre piedi 20 per l' altezza mezzana di Pò, come piedi 12 per la minima del detto fiume basso, sarà la seguente analogia $\surd 12 . 500 :: \surd 20 . 645$; cioè, se il Pò camminasse in altezza mediocre, sarebbe una strada di pertiche 645 (col fondamento della ragione dimezzata dell' altezza per le velocità) in un dato tempo, ma con quello della semplice ragione dell'altezza, sarebbe l'analogia 12. 500 :: 20. 833; onde la strada mezzana, secondo alla regola predetta, sarebbe in circa Pertiche di Bologna 739; ma con tal supposizione uscirebbe in un anno dalla sezione di Lagoscuro piedi cubi di acqua 932204160000, quantità che poco è differente da quella delle piogge, onde per tal capo molto differente sarebbe la quantità esalata in vapori per la Lombardia, di quella di Francia. Calcolando poi con una supposizione più probabile, ponendo cioè l'altezza di Pò mezzano, quando così corresse tutto l'anno di piedi 15, in tal caso i piedi cubi forniti dalla sezione di Lagoscuro nel detto tempo di un anno sarebbero 560079360000, la metà in circa de' piedi cubi delle piogge; lo che ancora è molto lontano da quanto produsse il Mariotte per la Sena.

Sco-

XI.

Scolio II. Le conſiderazioni che ſopra le acque venute con le piogge, e ſopra l'origine delle fontane ha pubblicato il *De la Hire* nelle memorie dell'Accademia Reale del 1703. perſuadono della molta quantità di acqua, che viene conſumata e nel nutrimento de' vegetabili, e nella materia de' vapori; non ſi può però sì di leggieri ſottoſcrivere alla di lui opinione nel propoſito dell'interna fermentazione, che ſuppone farſi dall'acqua nelle gran conſerve ſotterranee di livello col mare per ſpiegare l'origine e la perennità delle fontane, eſſendo noi perſuaſi, che il calcolo regiſtrato ne' numeri antecedenti, batta aſſai lontano dalla verità per le di lui ſuppoſizioni fondamentali. Ciò può vederſi in fatto, eſaminandoſi quanto ſta eſpreſſo nelle medeſime memorie per l'anno 1705, nelle oſſervazioni che lo ſteſſo *De la Hire* porta nel far il paragone fra la quantità della pioggia caduta a Parigi, e quella caduta a Pont-briant, ch'è due Leghe lontano da San Malò: mentre eſſendo in tutto l'anno 1704 caduta a Parigi la pioggia in quantità di once 19, e linee 10 ½; a Pont-briant fu di once 23 e linee 8 ½; e ſoggiugne, che per avviſo del Mareſciallo di Vauban, che faceva oſſervar la ſteſſa coſa nella Cittadella di Lilla, ſi era trovato, ch'erano un poco maggiori le piogge in Fiandra, che a Parigi. Dalle oſſervazioni poſcia regiſtrate l'anno 1706 nelle medeſime memorie circa alla pioggia caduta l'anno precedente 1705, ſi rileva che l'acqua caduta a Pont-briant fu di 260 linee, cioè di 16 linee di meno della caduta l'anno 1704. Finalmente l'anno 1709 regiſtra il detto *De la Hire*, che l'altezza dell'acqua caduta l'anno innanzi a Lione era ſtata di once 36 e linee 9, e ne ricava: *Che la quantità dell'acqua della pioggia era ſtata a Lione il doppio di quella caduta a Parigi, nè poterſi dubitare che ciò ſia accaduto a motivo de' due gran fiumi che vi paſſano, i quali al più poſſono avervi prodotto delle nebbie, ma piuttoſto derivar ciò dalle grandi montagne, che le ſtanno aſſai vicine, ove ſempre ſono maggiori e le piogge, e le nevi, che nel paeſe piano.*

XII.

Scolio III. E vaglia il vero, ben differente di molto ſi oſſerva la quantità dell'acqua, che piove in Lombardia, riſpetto a quella, che piove in Francia, come che generalmente queſto

CAP. IX. Regno è ſenza paragone meno montuoſo di eſsa Provincia. Si ſono fatte fra molte altre, alcune oſſervazioni dal Sign. Corradi Matematico del Sereniſs. Sig. Duca di Modena in due differenti ſiti del Modaneſe, cioè a Modena, ed al Forno Volaſtro nella Garfagnana, ed ha egli trovato che nel 1715 caddero di pioggia a Modena pollici 36 e linee 10, e nel 1716 pollici 49 $\frac{1}{2}$, dove al Forno caddero l'anno predetto 1715 pollici 81 $\frac{1}{2}$, e nel 1716 pollici 102 $\frac{1}{4}$; onde prendendo una miſura ragguagliata, ſi può dire, che le quantità della pioggia di un anno conſiſta in pollici del piede Regio di Parigi 67 $\frac{1}{7}$, due volte di più dell'acqua caduta in Francia: Poniamo anche meno e ſiano ſoli pollici 60 ovvero piedi 5, lo che potrà ſervire per i calcoli del Pò aſſai più adeguatamente delle altre oſservazioni, ſe la maggior parte della Lombardia, che ſcola in queſto fiume è aſsai ſimile al Modaneſe, ove le dette oſſervazioni furono fatte.

XIII.

Scolio IV. Calcolando dunque ſopra l'altezza del Pò, che ſteſſe mezzano con piedi 20 di profondità per tutto l'anno, ſi avranno col fondamento di dette oſſervazioni piedi cubi di pioggia 382812500000, ed il Pò ſmaltendone piedi cubi 932204160000, ne deriva, che tre parti in circa ſe ne debbano conſumare, e non già le cinque aſſerite dal Mariotte. Ma calcolando ſopra un altezza del Pò di piedi 15 per tutto l'anno, ch'è aſſai più ragionevole, ſe ne conſumerebbe anche qualche coſa di più della ſeſta parte, mentre, come abbiamo di ſopra trovato al num. X di queſto, ſmaltendone nella ſuppoſizione predetta il Pò in un' anno piedi cubi 560079360000, e la pioggia facendoſi aſcendere a piedi cubi 382812500000, è manifeſto, che il primo numero è quaſi ſubſeſtuplo del ſecondo, e con ciò poterſi accordare colla natura le diduzioni derivate dalle varie oſſervazioni predette. E generalmente dicendo un lato della ſuperficie de' terreni che ſcolano in un recipiente a; l'altro lato b (ridotte l'aree ad un equivalente rettangolo;) l'altezza dell'acqua delle piogge venute in un anno in queſt' area x; la larghezza di eſſo fiume recipiente c; la di lui altezza mezzana d, e la velocità oſſervata delle ſue acque in un dato ſpazio y: Sia n un numero, che moltiplicato con y dinoti il cammino di un'ora della di lui acqua, ſarà la proporzione della quantità della pioggia venuta in un anno a quella che in queſto ſteſſo tempo ſarà ſmaltita dal fiume come abx a $24 \times 365 \times ndcy$, ovvero come ab. $24 \times 365 \times ndcy$.

Sia

XIV.

CAP. IX.

Sia il fondo del fiume CN, inclinato all'orizonte con l'angolo CZA; ZAY sia l'orizontale, che passa per la superficie del Lago o Vasca, che serve di principio al fiume, e BC sia l'altezza di una sezione lungi il fondo CN. Intendasi AGHI la linea o scala della velocità, e perchè, ridotto che sia il fiume allo stato di permanenza, deve scorrere per tutte le sezioni eguale quantità di acqua, ne proviene, che il complesso delle velocità di tutte le sezioni deve esser dato e costante, e rappresentando l'area BGHC questo complesso nella prima sezione, qualunque altra area eguale a questa, presa dentro di questa curva, rappresenterà le velocità corrispondenti ad altro sito del fondo CN, e perciò la linea, che dinota l'altezza di quest'area, sarà l'altezza ricercata della sezione per quel dato punto, riducendosi il Problema a tagliare nella scala delle velocità aree sempre eguali. Se la linea delle velocità fosse retta, come vuole il Castelli, come la AH*i*, la scala sarà un triangolo AD*i*, rettangolo ed isoscele, da prodursi verso le parti inferiori fino a tanto, che il punto D riesca d'orizonte con quel tal punto N del fondo, sopra di cui si vuol cercare l'altezza NO. Suppongasi BC, l'altezza della prima sezione, uscita che è l'acqua dal Lago, è noto che il trapezio BFHC dinoterà il complesso di tutte le di lei velocità; Sia da trovarsi il simile complesso per lo punto N, si conduchi ND parallela all'orizontale ZY, e facciasi il trapezio P*li*D eguale al Trapezio BFHC, sarà PD la ricercata altezza dell'acqua, competente al punto N. Condotta poscia PO parallella a DN, e dal punto N la NO parallela alla DP, sarà il punto O nella superficie del fiume in questo sito. Ad oggetto poi di render più facile il ritrovamento di questa, PD o NO, dicasi AC$=a$, AB$=b$, AD$=z$ e AP$=x$, sarà per la natura del triangolo, e per le condizioni del Problema l'equazione $\frac{1}{2}aa-\frac{1}{2}bb=\frac{1}{2}zz-\frac{1}{2}xx$ oppure $aa-bb=zz-xx$, facciasi $xx=y$ e $zz=t$ equazioni ambidue alla parabola conica col parametro eguale all'unità: descrivasi dunque questa e sia AHM, il di cui vertice sia in A e passi per H, ella soddisfarà all'equazione $xx=y$, ovvero $zz=t$; se si dirà DM$=t$, e PL$=y$, ed es-

Tav. V. Fig. 1.

sen-

CAP. IX. ſendo $aa-bb=t-y$, ſi conduca BG parallela al fondo CN, queſta atteſa la poca inclinazione della ſuperficie del fiume Br, non differirà ſenſibilmente dalla medeſima, e dove eſſa BG taglia la parabola in R ſi tiri RE parallela ad AC, come pure re, che dalla AE non ſarà diſtante che per un infiniteſimo; taglierà queſta la CH in e, laſciando eH data e coſtante, a cui facendo eguale KM, ſe dal punto K s'inalzerà KL normale alla DM, ſarà queſta la ricercata altezza; e però ſi farà NO = DP = KL. Veramente avuta la coſtruzione geometrica pare ſuperfluo il cercare più oltre il valor analitico dell'ordinata NO della curva della ſuperficie de' fiumi BO. Contuttociò ne daremo l'eſpreſſione per chi voleſſe ridurre a calcolo l'altezza ricercata delle ſezioni, lungi il piano CN.

XV.

Perchè dunque per la natura della parabola conica ſi ha l'analogia AP^2. PL :: AD^2. DM ſarà $DM=\frac{PL\times AD^2}{AP^2}$, e per il Problema eſſendo $DM-PL=HE=$ ad una quantità coſtante, ſia queſta c, onde $\frac{PL\times AD^2}{AP^2}-PL=c$, e ſoſtituendo in vece di y il ſuo valore xx, ſarà, fatte le dovute riduzioni $x=\sqrt{zz-c}$, e $z-x=DP=z-\sqrt{zz-c}$.

XVI.

Coroll. Sia $z=24$, $c=12$, ſarà $24-\sqrt{564}=23\frac{71}{100}$, onde $DP=\frac{1}{4}$. Creſca il z ad eſſere 100, ſarà l'eſpreſſione $100-\sqrt{9988}=100-99\frac{24}{100}=\frac{3}{10}$.

XVII.

Per quello ſpetta alla coſtruzione geometrica, eſſendo che tutte le x, o ſiano AP ſaranno eſpreſſe per la diſtanza, che corre fra il centro d'una iperbola equilatera, ed un punto dell'abſciſſa, da cui ſi ſpicca l'ordinata, ſia queſta eguale a z e la detta iperbola averà il ſemidiametro eguale a $\sqrt{c}$. Perchè poi l'altezza di ogni ſezione, viene rappreſentata per $z-\sqrt{zz-c}$, ſe queſta ſi porrà come u avremo $u=z-\sqrt{zz-c}$ equazione, che in queſto ſuppoſto competerà alla curva de' fiumi, la quale equazione liberata dall' aſimetria ſi riduce a $uu-2uz+c=0$: Per

la

la costruzione della quale sia ACN il fondo del fiume; dal punto A s' inalzi ADF perpendicolare, e facciasi AF = 2; indi dal punto F si tiri indefinitamente FGH, e si tagli FG = $\frac{1}{2}$ AF = 1, e GH = $\frac{1}{2}c$; da A per G conduchisi la retta AG; e per lo punto H cogli asintoti GA, NA si descriva l'iperbola HBO; se da qualunque punto B di questa si condurrà alla FA la perpendicolare BD, che tagli in E la retta AG, sarà AD, o BC la ricercata altezza della sezione competente al punto C, ed ogni altra NO, sarà l' altezza rispondente al punto N. *Dimostrazione*. Imperocchè i triangoli AFG, ADE sono simili, sarà AF. FG :: AD. DE cioè 2. 1 :: u. $\frac{u}{2}$ = DE (dicendo BC = AD = u) e AC = z, onde BE = BD − DE = $z - \frac{u}{2}$, AG = $\sqrt{5}$; e parimenti essendo AF. AG :: AD. AE, cioè 2. $\sqrt{5}$ :: u. $\frac{u\sqrt{5}}{2}$, e per la natura dell' iperbola essendo AG × GH = AE × EB ovvero $\frac{1}{2}c\sqrt{5} = (z - \frac{u}{2} \times \frac{u\sqrt{5}}{2})\frac{z u\sqrt{5}}{2} - \frac{uu\sqrt{5}}{4}$, sarà ancora $uz - \frac{uu}{2} = \frac{1}{2}c$, oppure $uu - 2uz + c = o$; ficchè in questa suppositione la curva della superficie del fiume, sarà un'iperbola fra gli asintoti, e facendo BC la prima sezione, sarà BO la curva ricercata.

CAP. IX. TAV. V. Fig. 2.

XVIII.

Scolio I. Il Guglielmini nel libro V. della misura delle acque fluenti alla Propositione VII. scioglie questo Problema, cioè data l'altezza dell'acqua della prima sezione di un canale inclinato, e ridotto allo stato di permanenza, ritrovare l'altezza nelle altre sezioni inferiori, e lo riduce a trovare due aree in due eguali parabole, che abbino uno stesso parametro, la qual cosa involgendo la quadratura di questi spazj, fa che la soluzione riesca un poco composta ed implicata, massimamente nella suppositione che egli fa delle velocità in ragione dimezzata delle altezze. Nè più semplice riesce lo scioglimento, che di questo medesimo Problema fa allo scolio II. della medesima propositione, onde l'Ermanno nella *Foronomia*, riduce il tutto ad una maggior facilità, mediante il servirsi della parabola cubica del secondo genere, col ritrovare le differenze delle absciisse, che siano

sem-

CAP. IX. TAV. V. Fig. 1. sempre date e costanti, come alla propositioue 40 del Libro secondo si osserva, servendosi della figura del numero XIV. di questo, e supponendo che la scala della velocità AGI sia una parabola conica, si avrà poste le stesse cose come nel numero XV, che i due quadrilinei BGHC, PID devono esser eguali. Sarà pertanto secondo alla nota quadratura della parabola $\frac{2}{3}a\sqrt{a}-\frac{2}{3}b\sqrt{b}=\frac{2}{3}z\sqrt{z}-\frac{2}{3}x\sqrt{x}$, oppure $a\sqrt{a}-b\sqrt{b}=z\sqrt{z}-x\sqrt{x}$; Si faccia $a\sqrt{a}-b\sqrt{b}=c$, e $z\sqrt{z}-x\sqrt{x}=y-p$, sarà la nuova equazione $c=y-p$, come anco sarà $z^3=yy$, $x^3=pp$. La costruzione è la seguente: Sopra l'asse AK si descriva la parabola cubica del secondo grado AG con il parametro eguale all'unità AD. Si prenda AB$=c$, e vertice B, si faccia un'altra parabola cubica come la prima col parametro istessamente eguale ad AD, e sia questa BF; e da qualsivoglia punto G condotta l'ordinata GK, se si dirà FK$=x$, GK$=z$, AK$=y$, e BK$=p$ sarà $c=y-p$ ma $y=z\sqrt{z}$, e $p=x\sqrt{x}$, dunque $c=a\sqrt{a}-b\sqrt{b}=z\sqrt{z}-x\sqrt{x}$, il che ec. e perciò GF mostrerà l'altezza della ricercata sezione.

TAV. V. Fig. 3.

XIX.

Scolio II. Prendendosi poi come data la z, sia da determinarsi la x nell'equazione $c=z\sqrt{z}-x\sqrt{x}$, sarà $x^{\frac{3}{2}}=z^{\frac{3}{2}}-c$ oppure $x^3=z^3-2cz^{\frac{3}{2}}+cc$, ed $x=\sqrt[3]{z^3-2cz^{\frac{3}{2}}+cc}$; se però $z=40$ e $c=1$ sarebbe, fatte le dovute riduzioni, anche $x=40$ prossimamente.

XX.

Il Barattieri nel Libro dell'*Architettura delle acque*, Parte prima lib. VI. Capitolo X. pag. 187, considerando il modo con cui *si dispongono le altezze vive, e le indebolite delle acque correnti nel mutarsi le pendenze de' canali*, procura di spiegare *a priori* questo fenomeno, senza molto riuscirvi, come vi riesce assai più, quando descrive certa osservazione da esso fatta sopra del Torrente Stirone ad istanza della Città di Borgo Sandonino. Ecco quanto esprime sopra di questo particolare. *Fu questa figura cavata dal proprio fatto* ec. *comprendesi con questa la longhezza di sei miglia, che si vede però esser divisa in dodici distanze a mezzo miglio per una, se bene le sue al-*

tez-

tezze reſtano regolate a braccj per farla chiara nel modo, che ſi è detto di ſopra. Fu conoſciuto che il ſuo fondo reſtava diſpoſto, come con la A, B, C, D, *pendente nove braccia in tre delle ſuddette diſtanze di mezzo miglio per una. Nella parte poi* DEF *pendente quattro braccia in due diſtanze, la parte* FGH *tre braccia pendente in due diſtanze, e la* KL, *lunghezza di tre diſtanze ſenza pendenza alcuna, che arrivato poi al* L *precipita colà quel canale con pendenza grande giù d'un ſoſtegno, dal quale diſcendono le acque con grandiſſima velocità: Nelle ſopradette diſtanze, e ſopra del medeſimo fondo fu miſurata l'altezza, che vi aveva fatto la piena ſeguita pochi giorni prima, le quali altezze ſi cavarono dagli arbori per anco ſegnati, e fu in queſto modo* AY *alta braccia* 3 ½, BX *braccia* 5, DT *braccia* 7, ES *braccia* 9, FR *braccia* 10. GQ *braccia* 11, HP *braccia* 12; IO *braccia* 11; KN *braccia* 10, *e poi mezzo miglio più oltre braccia* 8, *ed avanti altro mezzo miglio braccia* 5 ½, *e per ultimo ſopra del ſoſtegno* L *braccia* 3, *atteſo che l'acqua in tal ſito riceve gran velocità per il ſuo ſmaltimento nel precipitarſi da quel ſoſtegno. Con le quali altezze eſſendoſi diſpoſta la pendenza del fondo, ed alzatovi ſopra il corpo dell'acqua, ſi è formata la figura per la quale veniſſimo noi in chiara cognizione, che tai figure ſi formano ſenza difficoltà, e ſeguono per mancamento delle pendenze del ſuo canale. Che l'alzamento di dieci braccia alla ſezione traſverſale KN, ſi poſſa fare per verità, ſi dice di nò, è ſeguìta in queſto luogo, perchè l'alveo ſi ſtringe, oltre al perdere la pendenza, nè egli ſi può profondare per eſſere dal ſoſtegno ſoſtenuto il fondo; quando ſi manteneſſe quel canale ſempre d'uguale larghezza l'acqua ſi alzerebbe poi anche ſino a formare con la ſua ſuperficie la linea, che ſi vede condotta tra il fondo, ed eſſa maggior ſuperficie dal* Y *al* M.

CAP. IX. TAV. V. Fig. 4.

XXI.

Se dunque l'oſſervazione è tale, quale dall'eſperienza ed attenzione di chi l'ha fatta ci viene prodotta, ſono rimarcabili, fra le altre, tre coſe, il pendìo, la diſpoſizione del fondo di detto Torrente, e le differenti altezze, alle quali arrivò quella piena riferita dal Barattieri, onde ſi viene a comprendere, che fra i due eſtremi termini del Torrente, cioè il principio, ovè furono comminciate le oſſervazioni, ed il fine al ſoſtegno, eſſervi un *maſſimo*, non avendo l'acqua al detto ſoſtegno veruna relazione

CAP. IX. con l'altra inferiore, se si vuol intendere in riguardo o del moto o delle cadenti. Le varie altezze dunque della piena, ci dimostrano esservi fra i termini predetti un'altezza *massima*, cosicchè la curva superficie, in cui conformasi il pelo del fiume riesce più gonfia in un certo sito, che in ciascun altro diverso dal medesimo. Circa poi alla natura della curva del fondo, rilevata da' fenomeni sopranarrati, si trova esser questa una prima parabola cubica prossimamente. Sopradichè è da notarsi, che molto più evidentemente ne' fiumi temporanei e precipitosi, che ne' reali e perenni si osserva la linea del fondo distesa regolarmente senza sinuosità, e la ragione si è, perchè tali fiumi, attesa la violenza del loro corso, trovandosi per lo più distesi in linee, non gran fatto curve e tortuose, non ha l'acqua campo nel discendere, di formar i vortici, o di escavar le voragini, come accade ne' fiumi grandi, che hanno molte e grandi volte e tortuosità, onde le osservazioni circa al pendìo de' fondi asciutti, fatte sopra questi Torrenti, sono ben più certe ed accurate, di quelle, che si potessero fare intorno a' fondi de' fiumi reali, i quali oltre all'aver sempre dell'acqua, sono dapertutto con delle vasche più e meno profonde quà e là, cosicchè quando si volesse la livellazione di questi fondi, converrebbe regolarsi sopra le altezze medie o ragguagliate, ma sempre con grande incertezza. Non si può esprimere quanto basta l'irregolarità del fondo del Pò esaminatosi da noi da Pavia al Mare, non quella dell' Adige riconosciuto da Legnago al Mare, come per l'opposto il piano regolare osservatosi ne' Torrenti del Friuli Tagliamento, Celine e Torre.

XXII.

Per la ricerca adunque della curva parabolica del fondo secondo alle osservazioni del Barattieri, intendasi questa esser AFD, le di cui ordinate AC, FG taglino perpendicolarmente l'altezza CGD, ed a questa si tiri la parallela AB; Si produchi GF in H, e sia condotta FE parallela ad AB. Chiaminsi $FG = x$, $FE = y$, $AB = b$, $BD = d$, che dinoterà la lunghezza della linea in quistione, sarà $AH = b - y = m$. Il parametro di questa parabola dicasi p, si avranno due equazioni $d^3 = pb$, ed $x^3 = py$, onde $b - y = m = \frac{d^3 - x^3}{p}$, ovvero $x = \sqrt[3]{d^3 - mp}$.

TAV. V. Fig. 5.

Sco-

CAP. IX.

XXIII.

Scolio. Adattando al caso particolare del Barattieri la formola, si ha per la prima osservazione $m = 9$, $b = 17$ (intiera cadente del fondo) BD = 22000 braccia, supposto un miglio di passi mille geometrici ognuno de' quali vale Braccia $3\frac{1}{7}$; in tal caso il parametro p sarà eguale a 626400000000 prossimamente, il di cui logaritmo 11. 7968191, ed essendo logaritmo d^3 = 13.0272681, e quello di b = 1. 2304489, sarà il numero di d^3 = 10650000000000, quello di mp; 5637000000000, onde $\sqrt{d^3 - mp} = 17110 = x$, e $d - x = 22000 - 17110 = 4890$, che danno il difetto di Braccia 609, che fanno passi geometrici circa 166, dal numero ritrovato dal Barattieri per la caduta di 9 braccia, cioè di tre spazj, o di un miglio e mezzo, o sia di 1500 passi. La seconda osservazione fa $m = 13$, ed in tal caso, poste le stesse cose come sopra pm è 814200000000, onde x^3 = 2508000000000, ed x = 13580, e $d - x$ = 22000 − 13580 = 8420 braccia, quantità minore di passi 200 da quanto portano le osservazioni dell'Autore, essendochè $m = 13$ occupa cinque spazj o passi 2500. Nella supposizione poi di $m = 16$ diviene pm = 1002000000000, e x^3 = 630000000000, onde x = 8573, che detratto da 2200 = d, lascia 13427 con difetto di passi 110. Finalmente facendo $m = 17$ che è l'intiera cadente di questa linea, si ha $x = 0$, e d = 3000, cosicchè un piede anderebbe distribuito in tutti li cinque spazj residui. L'Autore lo ritrova ne' due primi, avendo osservato i tre posteriori senza veruna caduta.

XXIV.

Oltre all'andamento del fondo, osserva pur il Barattieri la disposizione in cui trovò l'ultima piena seguita, per quanto egli ci avvisa, poco prima della visita, che e' fece del predetto Torrente Stirone, dentro la distanza delli sei miglia, cioè da A al M e nota varie altezze, alle quali gionse l'acqua di escrescenza, trovate contradistinte ne' tronchi degli alberi lungi le rive, ed abbenchè cotali segni sieno soggetti a non pochi equivoci, nientedimeno quando dapertutto si prendono dall' indizio del lezzo senza confonderli con i segni indicati nelle fabbriche, o su i rivali degli argini, possono bensì lasciare il dubbio della precisa e vera altezza di quella tal piena, ma non già dell'andamento della superficie del fiume, quale dal più al meno sa-

TAV. V. Fig. 4.

CAP. IX.

rà ſtata da per tutto o poco più alta, o poco più baſſa. Queſta piena adunque riferita dal Barattieri, viene ad oſſervarſi diſpoſta ſopra una linea fleſſuoſa, che incurvandoſi moſtra la ſua conveſſità verſo il fondo ad un terzo incirca del viaggio, paſſa ad eſſer concava verſo del medeſimo fondo, dopo l'altro terzo, declinando poi ſempre verſo l'emiſſario M; ed ha un' altezza *maſſima* HP all'incirca a due terzi di tutto il cammino. Volendo l'Autore ſpiegare queſto fenomeno, ricorre alla varia pendenza del fondo, coſicchè ove queſta è minore, come accade nelle parti più vicine allo sbocco, deve accreſcerſi il corpo dell' acqua ad oggetto, che ne paſſi per ciaſcuna ſezione una eguale quantità, ſoggiongendo a queſto paſſo: *E quando non poteſſe ſmaltirſi dal medeſimo capo inferiore, et haveſſe da continuare il viaggio avanti, con la pendenza* cdp, *ſi alzerebbe maggiormente con l'altezza indebolita ſino alla ſuperficie* eflx, *e di vantaggio; ſe ella perdeſſe poi affatto la pendenza in paſſando con la* dp, *ſi farebbe l'alzamento anco maggiore*. Non ſi nega che nel caſo del Torrente Stirone, regolato in L con la ſoglia fiſſa di uno ſtrammazzo nelle accennate pendenze dell'alveo, non poſſano aver luogo le ragioni addotte, ma ſe al punto L non vi foſſe ſtrammazzo, nè per conſeguenza la forte chiamata, che naſce dal dover quivi precipitar l'acqua, allora mancando il declivio inferiore, converrebbe dedurſi che la maſſima altezza della piena foſſe per riuſcire allo sbocco, e pure non può ciò ſempre ſuccedere, nè di fatto ſuccede, come ſi anderà eſaminando: Che non poſſa ſuccedere, ſi rileva, mentre ſe queſto sbocco ſarà nel Mare, non avendo eſſo altra altezza, che la ſua ordinaria, regolata dal fluſſo e dal rifluſſo, e dovendo i fiumi per legge di natura appianarſi ſopra la ſuperficie di detto Mare in qualunque ſtato eſſi ſi ritrovino o di piena, o di magra di acqua, ne naſce, che la di lui maſſima altezza, debba trovarſi in una ſezione non poco ſuperiore alla detta loro foce, come anche effettivamente ſuccede, eſſendoſi oſſervato accader ciò coſtantemente in tutti i fiumi, e grandi, e piccioli.

XXV.

TAV. V. Fig. 6.

Volendoſi dunque determinare la curva della ſuperficie de' fiumi pieni, ſupponendo che il fondo venghi rappreſentato per qualſivoglia curva, ſi dedurrà quella della detta ſuperficie nel modo che ſegue. Sia ADE la curva del fondo, AB ſia la prima

ma altezza dell'acqua in uſcire dal Lago o Conſerva, SB ſia l'orizontale che paſſa per lo punto B del detto Lago. Si tirino poſcia ad angoli retti AG, EG, e queſta ſi produchi in S, ſarà AG la lunghezza intiera dell'alveo del fiume eguale a BS; ſia $GE=a$, $GS=c$, dunque $ES=a+c=m$; da qualunque punto D ſi conduchino DQ, DN parallele reſpettivamente a SE, AG, e chiamata $DN=x$, $NE=y$, ſarà $DH=a-y$, e $DQ=a+c-y=m-y$. Dal punto D ſi conduchi pure DP normale alla curva in D, e ſi termini nell'orizontale BS, e chiamiſi u, e coll'aſſe DP ſi faccia la curva PV delle velocità, ſimile a qualunque altra che poſſa eſſer coſtrutta in qualunque altro punto fra D ed A, ovvero fra D ed E. Sia il punto X nella ſuperficie dell'acqua di piena, onde DX ſia l'altezza viva del fiume $=z$; da' punti D ed X s' inalzino le normali a PD; XZ, DV, che ſaranno due ordinate della curva delle velocità, cioè la DV rappreſenterà la velocità del fondo, preſcindendo dalle reſiſtenze, e la XZ quella della ſuperficie, la DV ſarà una tangente della curva del fondo nel punto D. S'intenda la curva delle velocità PZV una parabola Appolloniana, e ſia l'alveo dapertutto della medeſima larghezza. Perche dunque arrivata la piena allo ſtato di permanenza, deve per tutte le ſezioni paſſare un'eguale quantità di acqua; ſarà però ZXDV in DX eguale ad una coſtante, che ſia l'unità, onde ſarà $\frac{2}{3}z u^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} z \times \overline{u-z}^{\frac{5}{2}} = 1$ per la quale ſi ha la relazione tra z ed u. CAP. IX.

XXVI.

Per la coſtruzione della ſovrapoſta equazione deſcrivaſi circa l'aſſe AD la parabola cubica del ſecondo grado ABC, in cui ſi prenda a piacere un'ordinata CD. Dal punto C ſi tiri CE parallela ad AD, e tra gli aſintoti CE, CD deſcrivaſi l'iperbola GBK, della quale il rettangolo dato ſia $\frac{1}{3}$; queſta taglierà la parabola predetta al punto B. Sia $CD=u$, $EB=z$, dunque $BF=u-z$, AD per la parabola ſarà $u^{\frac{3}{2}}$ ed $AF, \overline{u-z}^{\frac{3}{2}}$; quindi EC ſarà $u^{\frac{3}{2}} - \overline{u-z}^{\frac{3}{2}}$; e per la natura dell'iperbola GBK, ſarà il dato rettangolo eguale a $EB \times EC$, ovvero in termini analitici $\frac{1}{3} = z \times u^{\frac{3}{2}} - z \times \overline{u-z}^{\frac{3}{2}}$, oppure $\frac{2}{3} z u^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} \times \overline{u-z}^{\frac{5}{2}} = 1$; lo che &c. Dal che ſi ricava che preſe infinite ordinate CD nella parabola antedetta, ſe ſi deſcriveranno altrettante TAV. V. Fig. 7.

CAP. IX. tante iberbole GBK, le ordinate di queſte ne' punti degl'interſecamenti con eſſe parabole, determineranno le corriſpondenti z alle ordinate della parabola CD, u.

XXVII.

Sia da ritrovare la maſſima z; differenziando pertanto l'equazione del numero XXV ſarà $zu^{\frac{1}{2}}du+\frac{2}{3}u^{\frac{3}{2}}dz-z\times\overline{u-z}^{\frac{1}{2}}\overline{du-dz}.-\frac{2}{3}\overline{u-z}^{\frac{3}{2}}dz=0$, ovvero $zu^{\frac{1}{2}}du-z\times\overline{u-z}^{\frac{1}{2}}du+\frac{2}{3}u^{\frac{3}{2}}dz+z\times\overline{u-z}^{\frac{1}{2}}dz-\frac{2}{3}\overline{u-z}^{\frac{3}{2}}dz=0$; Se ſi pone $dz=o$, ſarà $u^{\frac{1}{2}}=\overline{u-z}^{\frac{1}{2}}$, cioè $u=u-z$, ovvero $z=0$; qual ipoteſi ci farebbe conoſcere la maſſima u, quando vi foſſe: Ma ponendoſi $du=o$ ſarà $\frac{2}{3}u^{\frac{3}{2}}+z\times\overline{u-z}^{\frac{1}{2}}=\frac{2}{3}\overline{u-z}^{\frac{3}{2}}$, nella qual equazione, ſoſtituito il valore di u che naſce dall'equazione ſoprapoſta, ſarà noto il TAV. V. valore della maſſima z. Si prenda Dd infiniteſima nella curva del fondo, e chiamiſi ds; indi ſi conduchi dT parallela a $DQ=dx$ Fig. 6. ſecondo a quanto fu ſuppoſto nel numero XXV di queſto; e perchè i triangoli DTd, DQP ſono ſimili, ſarà l'analogia $Dd.DT::DP.DQ$, onde $u=\frac{m-y\times ds}{dx}$, e per la natura della curva parabolica del fondo eguale anco a $\frac{m\,ds-x^3ds}{dx}$, ma per la ſteſſa cauſa è anco $ds=dx\sqrt{1+9x^4}$, adunque $u=\overline{m-x^3}\sqrt{1+9x^4}$: e per avere il maſſimo, dovendoſi fare $du=o$, differenziando il preſente di lui ritrovato valore, ne proviene finalmente, fatte le neceſſarie operazioni $x^4-\frac{2mx}{5}+\frac{1}{17}=0$, equazione da cui potrà reſtar fiſſato il punto D, che avevaſi, come ſi era propoſto, a ritrovare, ſito della maggior intumeſcenza.

XXVIII.

Scolio. Più ſemplice riuſcirà la coſtruzione della curva della ſuperficie di un fiume in piena, quando col Caſtelli e Montanari ſi facciano le velocità nella ſemplice ragione delle altezze; e ſupponendo il fondo, come ſi è fatto, di figura parabolica cubica del primo grado: contuttociò per niente diſſimulare non ben corriſpondendo al fatto l'induzione teorica, ſi paſſerà a deſcri-

ſcrivere le oſſervazioni, che ſi ſono fatte gli anni 1719, 1720, e 1721 nel Pò in rifleſſo principalmente alle di lui ſomme eſcreſcenze, lo che ſi è ottenuto mediante la livellazione di tutti i ſegni, che furono indicati lungh' eſſo Pò dal Ticino al mare; e comechè vi fu pure una particolar attenzioue di oſſervare tutte le variazioni giornaliere, che accadevano al fiume in tutto il corſo delle viſite, così ſi è potuto ridurre l'altezza delle dette piene ſotto una ſola linea, che ſi è fatta paſſare per l'orizonte, in cui fu trovato il pelo del Pò alla Buffalora, luogo ſituato poco inferiormente allo sbocco del Ticino. Ridotte dunque tutte le miſure all'altezza di queſta ſuperficie ſi è trovata quella della piena del Pò (ſeguita pochi giorni prima del cominciamento della Viſita, e che puote dare però un ampio campo di verificare le reali altezze, alle quali era gionta l'acqua) ridotta, come ſi regiſtra nel numero ſeguente. Si avrebbe deſiderato di marcare anco la linea della memorabile piena 1705, ma non indicati i ſegni da per tutto a cagione delle molte rotte allora ſeguite, rimaſta interrotta una tal oſſervazione, non ſi è ſtimato proprio di regiſtrarla.

XXIX.

Ridotti i differenti peli del Pò, a quello delli 30 Novembre 1719, ſi è trovato, che la piena di dett'anno fu più alta de' peli trovati lungi il Pò reſpettivamente, come ſegue:

Alla Buffalora - - - - - - -	Piedi	6.	1. 0
A Trebbia 27 miglia in circa più inferiormente -		6.	0. 0
Al Bergantino di Piacenza due miglia ſotto di Trebbia		5.	8. 6
A Cremona 22 miglia diſtante - - -		4.	10. 6
A Roccabianca 29 miglia inferiore a Cremona -		5.	1. 3
Al Taro, diſcoſto da Rocca-bianca miglia 6 -		6.	6. 0
A Torricella, diſtante miglia uno e mezzo -		5.	0. 0
A Caſal maggiore diſcoſto da Torricella miglia 11 in circa - - - - - - - - -		4.	10. 0
Al Croſtolo più inferiore miglia 15 in circa -		4.	8. 3
A Borgoforte, lontano dal Croſtolo miglia 12 -		9.	9. 3
A S. Benedetto altri miglia 12 più inferiore -		12.	6. 11
Al Mincio miglia 8 diſcoſto da S. Benedetto -		10.	8. 5
A Oſtiglia dieci miglia più inferiore - -		10.	0. 8
Alla Chiavica della Moglia miglia 11 diſcoſto da Oſtiglia - - - - - - - - -		9.	6. 2

A Ser-

CAP. IX.

A Sermide miglia uno e mezzo più di ſotto -	9.	8.	0
A Calto miglia 4 e mezzo inferiormente a Sermide	9.	1.	3
Alla Chiavica della Ca roſſa miglia 3 lontana -	9.	6.	1
A Figaròlo miglia 2 più inferiore - - -	9.	8.	0
Alla Chiavica Pilaſtreſe mezzo miglio diſcoſto -	9.	1.	2
Alla Chiavica di Occhiobello poſta miglia 7 più inferiormente - - - - - - -	8.	6.	10
A Lagoſcuro 3 miglia diſcoſto da Occhio-bello -	7.	4.	6
Alla Chiavica di Raccano 8 miglia in circa più inferiormente - - - - - - -	6.	11.	11
Alla Poleſella mezzo miglio più ſotto - -	6.	9.	6
Alle Papozze 12 miglia diſcoſto - - -	1.	10.	4
Alla punta del ramo di Ariano da mezzo miglio inferiore alle Papozze - - - -	1.	8.	2
A Santa Maria di Corbola quaſi un miglio inferiormente al detto ſito - - - - -	0.	10.	9

XXX.

Dal che appare che la ſuperficie del Pò pieno ſi diſtende ſecondo una linea curva, che ha una maſſima ordinata alle parti di S. Benedetto di Polirône, eſſendochè, ſecondo queſte oſſervazioni e computo, ivi la piena rieſce più alta di quello foſſe alla Buffalora p. 6. 5. 11, e di quello foſſe a Santa Maria di Corbola p. 11. 8. 2, e maggiore anco di quello ſia ſtata in qualunque altro luogo intermedio. E' da notarſi per altro, che le ſopradette altezze non riſpondono quanto uopo ſarebbe a' fenomeni, a' quali, come è il dovere, ſe ſi voglia ſtare attaccati, naſce un aſſurdo, ed è, che il pelo del Pò delli 30 Novembre predetto, rilevatoſi alla Buffalora accreſciuto e diminuito di tutte le giornaliere ſeguite variazioni, tirate fedelmente da i regiſtri de' Protocolli, riuſcirebbe allo sbocco in mare più alto del pelo di queſto nell' ordinaria marea p. 6. 4. 2, dimodochè le altezze della detta piena inferiormente a Santa Maria di Corbola, ſtarebbero ſotto di detto pelo, o ſecondo il parlar de' Geometri, dopo di quel ſito ſi ridurrebbero ad eſſer negative, interſecando il pelo del Pò a mezza ſtrada fra il detto luogo di Santa Maria di Corbola, e la Chiavica della Palata, che rieſce 1303 pertiche di Bologna inferiore alla drittura di detta Santa Maria, onde a queſta Chiavica, ſarebbe ſtata la piena 1719 ſotto di eſſo pelo Piedi 0. 10. 6

Alla

Alla Cavanella discosta da detta Chiavica miglia 3, e mezzo - - - - - - - p.1. 2. 10
prendendo un *medio* fra i molti segni di piena ivi osservati.

Alla Chiavica Zen miglia due discosta - - 1. 2. 10

Alla Chiesa della Contarina posta inferiormente alla dirittura di detta Chiavica pertiche 670, cioè della Chiesa vecchia asportata dalla rotta seguita 1725. - - - - - - - - 1. 2. 9

Ed alla Chiesa della Donzella miglia 3 ed un quinto più oltre verso il mare - - - - - 6. 4. 2

Il qual sito si trova lontano dallo sbocco del ramo della Scovetta pertiche 1350; nel qual tratto, restando il fiume quasi intieramente soggetto alla legge del flusso e riflusso del Mare, ciò ha fatto, che più oltre non si siano avanzate le osservazioni.

XXXI.

E perchè nulla manchi a chi con lodevole curiosità volesse intraprendere il calcolo di quanto si è esposto intorno alla piena del Pò, si pongono quivi in serie tutte le osservazioni e delle giornaliere variazioni di esso Pò, in tempo della visita, e delle altezze della piena 1719, rilevate con le livellazioni più accurate de' segni lungo esso fiume indicati e riconosciuti.

29 Novembre 1719 allo sbocco del Ticino in Pò stava il pelo di questo più basso della piena seguita li 19 del detto mese - - p.2. 7. 0

30 detto fu più basso delli 29 - - 0. 6. 0

primo Dicemb. più basso delli 30 Novembre 0. 7. 0

2 Dicembre più basso del primo - - 0. 6. 0

3 detto più basso del primo sopraccennato 0. 4. 0

4 detto più basso delli 3; 0. 3. 6

Piena 1719 più alta del pelo del Pò di questo giorno - - p.6. 7. 0

Piena a Trebbia più alta 8. 2. 3

Piena a Piacenza più alta 7. 5. 0

CAP. IX.

5 detto più basso delli 4; 0. 4. 3
6 detto più basso 0. 3.10
7 detto più basso 0. 3.11
9 detto più basso delli 7; 0. 8. 0
10 detto più basso 0. 3. 6
11 detto più basso 0. 3. 9
12 detto più basso 0. 3. 0
13 detto più basso 0. 1. 9
14 detto più basso 0. 2. 2
15 detto più basso 0. 2. 1
16 detto più basso il Pò delli 15 - 0. 1. 6
20 det. più basso delli 16; 0. 4.10
21 detto più basso 0. 1. 0
22 detto più basso 0. 1. 0
26 det. più basso delli 22; 0. 3. 8
31 det. più basso delli 27; 0. 3. 9
1720 primo Gennajo più basso dell'ultimo Dicembre si suppone 0. 1. 6
detto più basso delli 31
2 Dicembre - 0. 3. 0
3 detto più basso - 0. 1. 4
4 detto più basso - 0. 1. 8
5 detto più basso delli 2; 0. 4. 9
9 detto più basso delli 5; 0. 7. 3
11 det. più basso delli 9; 0. 4. 9
19 det. più basso delli 11; 0.10. 2
20, 21, 22 senz'alterazione
23 det. più alto delli 20; 0.10. 3

Osservazioni fatte nel Parma.

Piena a Cremona più alta - - 8. 3. 0
Piena a Roccabianca più alta - - 9. 1. 0
Piena sopra lo sbocco di Taro - - 10. 5. 9
Piena dal Co: Simonetta più alta - 9. 4. 6
Piena a Casal maggiore più alta - 9. 8. 3
Piena a Borgoforte più alta - - 15. 9. 9
Piena alla Chiavica di Zara più alta 18. 8. 7
Piena a S. Benedetto più alta - - 19. 6. 1
Piena al Mincio - 18. 4. 8
Piena a Ostiglia più alta - - - 18. 7. 1
Piena a Revere - 18. 5. 9
Piena alla Chiavica della Moglia - 17. 2. 4

24 det-

24 detto più baſſo	p. 0.	3. 6	Piena alla Maſſa	17.	7.	3
26 detto più baſſo	0.	4. 0				
9 Febbrajo più baſſo	0.	9. 6	Piena a Calto più alta	18.	2.	5
			Piena alla Cà roſſa	18.	7.	3
10 detto più baſſo	0.	1. 0	Piena a Figaròlo	18.	11.	0
			Piena alle Quadrelle	18.	0.	3
11 detto più baſſo	0.	1. 6	Piena alla Chiavica Pilaſtreſe	18.	4.	4
12 detto più baſſo	0.	1. 0				
14 det. più baſſo delli 12;	0.	1. 0	Piena a Occhiobello	18.	0.	0
15 detto più baſſo	0.	0. 9	Piena a Lagoſcuro	16.	10.	0
16 detto più baſſo	0.	0. 5	Piena ivi a Lagoſcuro	16.	10.	10
			Piena ivi ad altro ſegno	16.	10.	5
17 detto più baſſo	0.	0. 9				
18 detto più baſſo	0.	1. 9				
21 detto più baſſo delli 26 Gennajo	1.	3. 6				

e perche li 16 Febbrajo fu trovata la ſommità di certo ganghero poſto alla porta del Magazino da oglio al Ponte di Lagoſcuro più alta del pelo del Pò p. 17. 2. 9, e la ſteſſa ſommità di eſſo ganghero fu trovata li 17 Marzo 1721 più alta del pelo di detto Pò p. 18. 8. 3, ne ſegue che il pelo del Pò di queſto giorno foſſe più baſſo di quello delli 16 Febbrajo 1720 p. 1. 5. 6, che però

1721. 17. Marzo. Pelo del Pò più baſso di quello era li 16 Febbrajo 1720 p. 1. 5. 6

18 detto più alto	0.	0. 9	Piena a Raccano più alta	p. 17.	10.	2
			Piena ivi con altro ſegno	17.	5.	7
			Piena ivi pur con altro ſegno	17.	4.	4
20 Marzo più baſso de' 18;	0.	4. 0	Piena alla Poleſella	17.	10.	6
21 detto più baſſo	0.	2. 3				
22 detto più baſso	0.	1. 9				
27 detto più alto delli 22;	1.	5. 6				
28 detto più alto	0.	1. 6				
29 detto più alto	0.	4. 0				
30 detto più baſso	0.	4. 0				
31 detto più baſso	0.	3. 6				

CAP. IX.

Primo Aprile, più baſſo - - p. 0. 1. 9
2 detto più baſso - 0. 1. 0
4 detto più baſso - 0. 0. 9
5 detto più baſso - 0. 0. 6
6 detto più alto - 0. 1. 3
7 detto più alto - 0. 0. 9
8 detto più baſso - 0. 1. 0
9 detto più baſso - 0. 1. 6
11 detto più baſso delli 9; 0. 1. 3
12 detto più baſso 0. 1. 0

Piena alle Papozze più alta - - p. 12. 6. 7
Piena alla punta di Ariano - - 12. 5. 5
Piena da Perſeghino 11. 8. 0
Piena alla Chiavica della Palata - 9. 10. 9
Piena alla Cavanella 9. 11. 6
Piena alla Chiavica Zen 9. 6. 5
Piena alla Contarina 9. 6. 6
Piena alla Chieſa della Donzella - 4. 5. 1

Dalla Chiavica della Palata in giù verſo il Mare, riſentendo il fiume aſsai viſibilmente de' moti di eſso nel fluſso e rifluſso, così abbenchè molte oſservazioni vi ſiano ne' Protocolli, regiſtrate per ciaſchedun giorno; nientedimeno, ſi ha ſtimato più proprio ſervirſi del pelo delli 12 Aprile ſino al Mare, per definire ſopra di queſto l'altezza delle piene, piuttoſto che farlo ſopra una ſuperficie, che ſi trova in una perpetua variazione, tanto più che in tutti i giorni che furono impiegati per il compimento della Viſita, il Pò ch'era ridotto ad una inſigne magrezza, non fece mutazione oſservabile, nè il mare in queſto tempo fu mai agitato dal Sirocco, ch' è quel vento che più di ogni altro ſoſtiene l'acqua nel fiume, e lo fa creſcere di corpo.

XXXII.

Ove dunque l' aggregato di un dato numero de' ſcemamenti giornalieri del Pò, venghino ad uguagliare l' altezza oſservata della piena, ivi ſarà il punto d'interſecazione, dopo del quale, creſcendo ancora i detti ſcemamenti, e facendoſi ſempre men alta

ta la piena a misura dello avvicinarsi al Mare, ne deriva l'as- CAP.
surdo, di cui sopra al numero XXX. di questo, si è detto; cioè IX.
che l'altezza della piena diverrebbe negativa, e più bassa del pelo del fiume, riportato ad un dato giorno: Così nel caso presente, che può per molti titoli servir di legge, dibatutti i pochi accrescimenti fatti da qualche giorno dal Pò, dai scemamenti occorsi dopo li 30 Novembre 1719 fino li 12 Aprile 1721; sommano questi, come dalla serie del numero precedente si ricava, sottratti gli alzamenti dalli scemamenti once 131 e punti 4, che vagliono piedi 10: 11. 6, onde alla Chiavica della Palata, tanto doveva esser alto il Pò per rapporto alli 30 Novembre 1719; ma se prenderemo una altezza media fra la piena osservata alla suddetta Chiavica, e quella notata da Perseghino, si ha essere piedi 10. 9. 4, onde nel luogo intermedio incirca fra la detta Chiavica della Palata, e la Casa di esso Perseghino, il pelo della piena avrebbe ad intersecare quello delli 30 Novembre, cosa che non può succedere senza l'assurdo predetto: convien dunque credersi, con il fondamento della ragione e dell'osservazione, che i scemamenti giornalieri vadino degradando molto diversamente nelle parti superiori del fiume, rispetto alle inferiori più verso il Mare: cosicchè se a Pavia sarà calato da un giorno all'altro il Pò due once in grazia di esempio; a Lagoscuro dovrà nello stesso giorno esser scemato molto più. Infatti se dal registro stampato in Bologna col titolo di *Osservazioni per la visita* 1721, si farà il ragguaglio delle alterazioni giornaliere seguite a Lagoscuro contemporaneamente con quelle osservate alla Polesella, abbenchè in non maggior distanza di sette miglia, si vedrà verificarsi l'ineguaglianza di dette alterazioni, essendo perlopiù maggiori le differenze trovate alla Polesella delle ritrovate a Lagoscuro, almeno allor quando il Pò da un giorno all'altro andava scemando di altezza; di modo che dove dalli 20 Marzo alli 22 si trova a Lagoscuro calato il Pò once due e mezzo, alla Polesella si vede scemato dentro lo stesso tempo once 4 ed un terzo; così dove dalli 20 Marzo fino alli 11 Aprile si trovò a Lagoscuro una differenza di once due e punti 9, alla Polesella fu di once 5 e punti 9: Sarebbe stato desiderabile di aver le osservazioni contemporanee di Pavia, e di Lagoscuro o Polesella per determinare più da vicino il progresso di tali differenze, il che si avrebbe potuto agevolmente fare, se tal vista allora si avesse avuta.

A mo-

CAP. IX.

XXXIII.

A motivo però di ſalvare i predetti fenomeni delle piene rilevati in Pò, ſi è proccurato di accoſtarſi all'andamento reale, che averà avuto queſto fiume il giorno delli 30 Novembre 1719, da Pavia al Mare, e ſopra queſto ſi ſono poi calcolate le altezze della piena, ſucceduta pochi giorni prima. Per maggior chiarezza ſia BD un tratto della ſuperficie del fiume, che s' intendi prolungata indefinitamente in retta linea verſo F; AB ſia l' altezza dell'eſcreſcenza al ſito, ove ſi ſono comminciate le oſſervacioni, DE ſia lo ſcemamento dell'acqua per il ſito D, oſſervato qualche giorno dopo calata la piena, ed EI, l'altezza della medeſima piena, rilevata di ſopra, ma riconoſciuta al ſito iſteſſo D. Si tiri E*q* parallela a BF, e ſi determini di qualunque lunghezza. Sia *qe* lo ſcemamento pure del fiume, rilevato nel ſito *d* dopo qualche altro giorno, e C*e* l'altezza quivi della piena, che ſarebbe eſatta, ogni qualvolta i ſcemamenti ſeguiſſero in ogni punto, come realmente portano le oſſervazioni, vale a dire, che tanto calaſse l'acqua in *d* quanto in D, il che ſi è veduto non reggere alla ſperienza, ma eſſerſi oſſervato, che quanto ſi avvicina al Mare, creſcono eſſi maggiormente, altrimenti ſuppoſto AICR*p* la ſuperficie dell'eſcreſcenza, verrebbe in R ad interſecare il pelo del fiume, quando queſto s'intendeſſe ridotto a quello, che paſſa per B, principio delle oſservazioni. Intendaſi dunque BE*e*H una curva, che paſsando per ſotto il punto E, e qualunque altro poſto inferiormente o ſuperiormente a queſto laſci la differenza fra l'oſservato ſcemamento, ed il *razionale* (che così chiameremo quello, che avrebbe effettivamente ad eſsere) e ſia queſta *se*, ſi faccia $dq = se$, e per tutti i punti *q* determinati in queſto modo, ſia condotta un'altra curva BD*qg*, che dinoterà l'andamento vero del pelo del fiume ridotto al giorno, in cui ſi avranno comminciate le oſſervazioni, e *Cq* ſarà la *vera* altezza della piena per quel tal ſito. Per averſi il valore di queſta C*q*, eſſendo ella eguale a $Ce + se - qe$, ed eſſendo $qe = de - se$, ſarà $Cq = Ce + 2se - de$: Chiamiſi $Ce = a$; $BD = c$; $DE = b$; $Bd = x$, $de = y$, che equivale alla differenza giornaliera, che va accadendo al fiume, $de = z$: E ſia l' equazione della curva BE*e*H, $z^m = x^n$, ovvero $z = x^{\frac{n}{m}}$, che diviene $b = c^{\frac{n}{m}}$ allorchè l'ordinata *de* arriva in DE;

TAV. V. Fig. 8.

eſſen-

essendo dunque per la natura di questa curva $c^{\frac{n}{m}} . b :: x^{\frac{n}{m}} . z$. sarà $z = \frac{b x^{\frac{n}{m}}}{c^{\frac{n}{m}}} = de$, ed $se = de - ds = \frac{b x^{\frac{n}{m}}}{c^{\frac{n}{m}}} - y$, onde dicendo $Cq = p$, sarà $p = a + \frac{b x^{\frac{n}{m}}}{c^{\frac{n}{m}}} - 2y$.

XXXIV.

Scolio. Per determinarsi la curva BE*e*H, che soddisfaccia a' fenomeni, nè lasci seguire l'assurdo, che accaderebbe conducendo il pelo delli 30 novembre 1719 per il Pò verso il Mare col dare ad ogni sito i ritrovati scemamenti, di maniera che la piena con la sua superficie non venghi a tagliare il pelo di esso Pò molte miglia superiormente allo sbocco di detto fiume in Mare, niun' altra se n' è rinvenuta più a proposito, e che più si accosti della parabola biquadratica del terzo grado col paramento eguale all' unità, la di cui equazione sia $z^3 = x^4$, ovvero $z = x^{\frac{4}{3}}$, onde $n = 4$, $m = 3$, e per tanto $p = a + \frac{b x^{\frac{4}{3}}}{c^{\frac{4}{3}}} - 2y$ servirà a dinotare la generale espressione dell'altezza della detta piena ne' luoghi respettivi; servendosi dunque de' scemamenti giornalieri espressi per y della Tavola registrata al num. XXXI. di questo, e per le distanze adoperando le notate al num. XXIX. pur di questo Capitolo, fatti i dovuti calcoli, e ridotte tutte le altezze al pelo delli 30 Novembre predetto, si ritrova (preso lo scemamento DE primo per reale nella data distanza BD) che le stesse corrette avranno ad essere

A Cremona la piena più alta del pelo, che termina alla curva BD*qg* - - - - - Piedi	5.	4.	0
A Roccabianca - - - - - -	7.	3.	6
Poco sopra lo sbocco del Taro - - -	9.	2.	3
A Casal maggiore - - - - -	7.	9.	9
A Borgoforte - - - - - -	13.	9.	9
A S. Benedetto - - - - - -	15.	11.	1

Al

CAP. IX.

Al Mincio - - - - - - - Piedi	14.	10.	2
A Oſtiglia - - - - - - -	14.	5.	3
Alla Chiavica della Moglia - - - - -	15.	11.	0
Alla Maſsa - - - - - - -	15.	6.	11
A Calto - - - - - - - -	14.	9.	1
Alla Chiavica della Ca roſsa - - -	15.	5.	11
Alle Quadrelle - - - - - -	14.	11.	11
Alla Chiavica Pilaſtreſe - - - -	15.	1.	0
A Occhio bello - - - - - -	14.	10.	8
Al Ponte di Lagoſcuro - - - -	14.	0.	0
Alla Chiavica di Raccano - - - -	12.	11.	10
Alla Poleſella - - - - - -	12.	4.	2
Alle Papozze - - - - - -	9.	3.	9
Alla Chiavica della Palata - - - -	6.	11.	11
Alle Porte della Cavanella - - - -	7.	4.	7
Alla Chiavica Zeno - - - - -	7.	2.	7
Alla Chieſa della Contarina - - - -	7.	3.	8
Alla Chieſa della Donzella - - - -	1.	7.	3

XXXV.

Ma per deſcrivere la ſopradetta parabola biquadratica del terzo grado nel fatto del Pò, dovranno eſser eſpreſse le di lei abſciſſe, come ſegue.

A Cremona miglia 51 diſtante dalla bocca del Ticino, che ſi prende per primo termine Piedi	2	:	10
A Roccabianca miglia 80 dal ſuddetto primo termine	5	:	2
Sopra Taro m. 86 - - - - - - -	5	:	8
A Caſal maggiore m. 98 ½ - - - - -	6	:	10
A Borgoforte m. 125 - - - - - -	9	:	4
A San Benedetto m. 137. ſempre dal Ticino come primo termine - - - - - - -	10	:	6
Al Mincio m. 145 - - - - - - -	11	:	4
Ad Oſtiglia m. 155 - - - - - - -	12	:	5
Alla Chiavica della Moglia m. 166 - - -	13	:	7
Alla Maſsa m. 167 ½ - - - - - -	13	:	9
A Calto m. 172 - - - - - - -	14	:	3
Alla Chiavica della Ca roſsa m. 175 - - -	14	:	7
Alle Quadrelle m. 177 - - - - - -	14	:	10
Alla Chiavica Pilaſtreſe m. 177 ½ - - - -	14	:	10
A Occhiobello m. 184 ½ - - - - - -	15	:	7

Al

Al Ponte di Lagoſcuro m. 187 $\frac{11}{12}$ - -	Piedi 15 : 11	CAP.
Alla Chiavica di Raccano m. 195 - - -	17 : —	IX.
Alla Poleſella m. 196 - - - - -	17 : —	
Alle Papozze m. 208 - - - - -	18 : 4	
Alla Chiavica della Palata m. 212 - - -	18 : 10	
Alle Porte della Cavanella m. 215 - - -	19 : 2	
Alla Chiavica Zeno m. 217 - - - -	19 : 5	
Alla Chieſa della Contarina m. 218 - - -	19 : 6	
Alla Donzella in diſtanza di miglia 223 dalla bocca del Ticino, ove ſi ſono comminciate le oſſervazioni.	20 : 3	

XXXVI.

La ſomma poſcia delle giornaliere variazioni dell' acqua del Pò relativamente a tutti i luoghi ſuddetti, ſono le infraſcritte

A Cremona - - - - - -	Piedi	2.	10. 6
A Roccabianca, e al Taro - - - - -		3.	5. 9
A Caſal Maggiore - - - - - -		4.	4. 3
A Borgoforte - - - - - - -		5.	8. 0
A San Benedetto - - - - - -		7.	0. 6
Al Mincio - - - - - - - -		7.	5. 3
Ad Oſtiglia - - - - - - -		8.	3. 5
Alla Chiavica della Moglia - - - -		7.	5. 2
Alla Maſſa - - - - - - -		7.	8. 8
A Calto, ed alla Ca roſſa - - - - -		8.	10. 2
Alle Quadrelle - - - - - - -		8.	11. 2
Alla Chiavica Pilaſtreſe - - - - -		9.	0. 8
A Occhiobello - - - - - - -		9.	4. 2
Al Ponte di Lagoſcuro - - - - -		9.	4. 11
Alla Chiavica di Raccano - - - -		10.	11. 2
Alla Poleſella - - - - - - -		11.	3. 2
Alle Papozze - - - - - - -		10.	9. 5
Alla Chiavica della Palata, e ſino al Mare		10.	10. 5

Dal che riſulta che il pelo del Pò delli 30. Novembre 1719, riportato verſo il Mare, rieſce quaſi il doppio più baſſo di quanto portano le giornaliere oſſervazioni: qualche divario, che ſi incontra nelle altezze delle piene (vedendoſi tal volta un' altezza maggiore fra due minori, come quella alla Chiavica della Ca roſſa, che è di piedi 15. 5. 11, e quella più proſſima ſuperio-

CAP. IX.

re a Calto di p. 14. 9. 1, e la proſſima inferiore alle Quadrelle di p. 14. 11. 11,) dee riſonderſi in qualche sbaglio preſo ne' rilievi di queſte ſteſſe eſcreſcenze, mentre è incredibile quanto varie ſieno le depoſizioni delle genti, che s'incontrano ſulla faccia de' luoghi. Noi abbiamo con l'ultimo dell' eſattezza voluto riportare ciò che ſi è trovato, laſciando ad altri il campo di depurare queſte per altro fondamentali oſſervazioni, e ſcoperte.

XXXVII.

Coroll. Si ricava dalle coſe dette, che molto diverſa ſia la ſuperficie dei fiumi in piena, da quella de' medeſimi nello ſtato di magrezza, eſſendochè queſta viene a derivarſi da una ſpezie di parabola, che ne' fiumi grandi ſi accoſta ad eſſer biquadratica del terzo grado, dove il pelo degli ſteſſi fiumi in eſcreſcenza viene a formare una curva di un genere affatto diverſo; nè è meraviglia, mentre i fiumi, durando la piena non poſſono mai bilanciare i loro moti, coſicchè progrediſcano con la ſteſſa legge, che agevolmente poſſono ſeguire allorchè corrono magri, ed allorchè nuove acque non vengono ad alterarli.

XXXVIII.

Scolio I. L'anno 1721, eſſendo io ſtato ſpedito dall'Ecc. Senato alla generale viſita dell'Adige da Legnago al Mare, per la di lui regolazione, trovandoſi allora con quattro rotte aperto il di lui alveo, due dalla parte del Padovano, e due da quella del Poleſine, fra le altre coſe che eſeguendo le commiſſioni ebbi a cuore, una fu di rilevare eſattamente le altezze, alle quali in varj ſiti era arrivata l'ultima piena; ſi regiſtrerà quivi il dettaglio tratto dal diario della viſita, che eſiſte in Pubblico, ed in cui ſtanno deſcritte tutte le oſſervazioni fatteſi nel detto incontro.

1721. 7. Agoſto a Legnago
Piena più alta del pelo corrente - - p. 5. 4. 0

9 detto al Caſtagnaro pelo dell' Adige più alto delli 7 - - - p. 0. 0. 6
Piena dopo miglia 7 da Legnago - - 8. 0. 0.

10 detto A Villabuona più alto - - - 0. 1. 5
Piena in miglia 1 $\frac{1}{4}$ dal Caſtagnaro - - 6. 2.10

11 detto Ai Maſi più baſſo - - - - 0. 1. 0
Piena in miglia 2 $\frac{1}{4}$ da Villabuona - - 6.10. 0

12 det-

12 detto Adige crescuto - - - - - p. 0. 2. 6
13 detto Alla Rotta Sabbadina calato 0. 0.10
14 detto Adige più alto - - - - - - 0. 1. 5

Piena alla Bova dell' Adigetto - - p. 6. 5. 5
Piena in miglia 8 ½ dai Masi - - - - - - -

A Lusia miglia 1 ½ dalla Rotta Sabbadina Piena p. 11. 3. 4
Alla Boara miglia 6 da Lusia Piena 12. 4. 9
A Borgoforte miglia 8 ½ dalla Boara Piena 11. 9. 7
A Fiume nuovo sotto lo sbocco dell'Adigetto miglia 8 da Borgoforte Piena 4. 0. 6.
A Fossa Bellina miglia uno da Fiume nuovo Piena 5. 0. 0
Al Molinazzo miglia 4 ½ da Fossa Bellina Piena 3. 4. 2
Alla Cavanella di Fosone miglia 7 ½ dal Molinazzo - - - - - - - - Piena 3. 2. 9
restandovi fino al Mare miglia 4, le quali distanze si sono calcolate a miglia ordinarj del paese di Pertiche 833 Padovane l'uno di sei piedi per ciascheduna.

XXXIX.

Scolio II. Appare dunque, che anco nell'Adige vi è il suo *ventre di piena*, o sia il suo *massimo*, e cader questo nelle vicinanze della Boara, arrivando ivi l'altezza dell'escrescenza a piedi 12. 4. 9, ed esser minore in tutte le altre situazioni. Egli è ben vero, che stando, come si è detto, aperti gli argini con le 4 rotte, non poteva il di lui pelo trovarsi disteso sopra una stessa curva, onde nelle parti inferiori, rispetto della prima rotta più superiore mostrava maggior magrezza, di quella che doveva aver realmente, se niuna rotta fosse stata aperta: Che però come si è fatto del Pò, non si è potuto calcolare nè l'andamento del pelo, supposto per base quello delli 7 Agosto a Legnago, nè rilevarsi il degradamento più esatto delle altezze delle piene; contuttociò è indubitato aver egli nelle sue intumescenze, come appunto il Pò, il *massimo* predetto, che verrà a cadere in parità di circostanze molto più vicino al Mare, di quello faccia l'altro del Pò, come facilmente può ogni uno didurlo dal solo paragone delle distanze.

XL.

Nè a' soli fiumi grandi accade l'antedetto fenomeno, di avere la massima altezza delle loro piene in un certo sito, come si è veduto

CAP. IX. duto ne' numeri antecedenti, ma lo ſteſſo addiviene ancora a' fiumi piccioliſſimi; infatti ſi è oſſervato nel Zero, ch'è un picciolo fiumicello del Trevigiano, poſto alla deſtra del fiume Sile, ch'egli pure va ſoggetto alla ſteſſa anomalia delle piene. Fui a riconoſcerlo del 1722, ed avendo comminciate le oſſervazioni quaſi dal ſuo principio, e continuate fino dove rimane ſoggetto al rigurgito del Mare, cioè fin inferiormente alla Villa di Boniſuolo, ho potuto rilevare con la livellazione, che poſto il medeſimo pelo dal principio al fine, una piena poco prima accaduta, e che aveva laſciato dappertutto ne' tronchi degli alberi manifeſti ſegni della propria altezza, ſtava come ſegue.

Poco ſuperiormente del ſoſtegno di Levada vicino al Zerone più alta - - - - -	Piedi	0. 8. 2
Al Mulino allora diſtrutto di S. Alberto - - - -		0.11. 6
Al Mulino di Zero - - - - - -		1. 1. 1
Al Mulino di Mogliano al Ponte di Zero nel Terraglio		1.10. 3
Al Mulino di Marcone - - - - -		3. 2. 0
Al Mulino di Boniſuolo - - - - -		2.11. 3

Il centro però delle maſſime eſcreſcenze di queſto fiumicello viene a riuſcire nelle vicinanze di Marcone, ove cioè ſi è oſſervato, che l'altezza della piena ſtava ſopra il pelo ordinario p. 3. 2. 0. Egli è per altro vero, che quando furono fatte queſte oſſervazioni, eſiſtendovi ſopra di eſſo Zero tre Mulini, diſtrutti allora gli altri, roſtando queſti con le loro portine l'acqua, reſtava effettivamente alterato il reale andamento del pelo del fiume; contuttociò trovandoſi i detti Mulini ſuperiormente a Marcone, luogo, come ſi è detto, del centro della maſſima piena, nè altri eſſendovene verſo il Mare, reſtava l'eſcreſcenza tutta in libertà di bilanciarſi a norma di quelle circoſtanze, che ſervono ad alterare, e il di lei corſo, e le di lei altezze.

XLI.

Coroll. Onde i fiumi nelle loro piene ſi diſpongono la ſuperficie in una curva, che avendo un *maſſimo*, deve per neceſſità trovarſi preſſo di queſto concava verſo il fondo del fiume, potendo poi avere un punto d'infleſſione ne' ſiti più lontani, dopo il quale rivolge la conveſſità ſua verſo del medeſimo fondo.

CAPI-

CAPITOLO DECIMO.

Delle reſiſtenze degli alvei de' fiumi, e de' ripari per loro ſicurezza ſi fatti con paliſicate, che con materiali di molta gravità.

I.

SIA AB la ſponda del vaſo IHBE ripieno di acqua è da cercarſi il gravame che viene ſoſtenuto da qualunque porzione di eſſo B*b*, oppure dall'intiera linea o lato BE; intendanſi deſcritte le altezze perpendicolari dell'acqua AB, *ab* diſtanti fra di loro di un ſolo infiniteſimo, e prodotta *ab* in *d*, diſegni queſta *bd* il gravame aſſoluto eſercitato dalla detta colonnetta di acqua nel punto *b* che può ſempre eſſer proporzionale all'altezza *ab* nella larghezza del Vaſo, che ſia *n*, in A*a*. Si conduca *b*C perpendicolare alla BE, e *d*C parallela a BE, che s'incontreranno in C: coſta dalla Statica, che queſta *b*C dinoterà il *niſo* che farà l'acqua ſopra il detto punto *b*. Dicaſi AB = *b*; BE = *a*; E*b* = *x*; *ab* = *y* ſarà $aE = \sqrt{xx - yy} = z$, e per la ſimilitudine de' triangoli E*ab*, *bd*C eſſendo *b*E. *a*E :: *bd*. *b*C, eſſendo *n* la larghezza del vaſo, ſarà la *bd* eſpreſſa per $nydz$, onde l'analogia ſuddetta ſarà in termini analitici $x.z :: nydz.\ bC = \frac{nyzdz}{x}$ e tutte le *b*C eſprimenti tutti i *niſi* o *conati* dell'acqua contro della ſponda del vaſo ſaranno notate per $\int \frac{nyzdz}{x}$: Ma per la ſimilitudine ancora de' triangoli E*ab*, EAB eſſendo BE. AB :: *b*E. *ab* cioè *a*. *b* :: *x*. *y* ed $x = \frac{ay}{b}$ ed $xx = \frac{aayy}{bb}$, ſe queſto valore verrà ſoſtituito nella formola ritrovata, diventerà deſſa $\int \frac{nydy \times aa - bb}{ab}$, ed integrando ſarà $\frac{nyy \times aa - bb}{2ab}$, quantità che potendoſi porre eguale a *p*, ſarà l'equazione $yy = \frac{2ab}{n \times aa - bb} \times p$ alla parabola. Per la di cui coſtruzione ſi fac-

TAV. V. Fig. 9.

cia

CAP. X. cia AB + BE. 1 :: 1. M, dipoi M. n :: BE — AB. Q, e finalmente Q. AB :: 2BE. R, ed intendasi descritta la parabola conica SD, il di cui parametro sia R, se l'ordinata DC si dirà y sarà soddisfatto all'equazione suddetta, mentre per la natura della parabola $R \times SC = yy$, ma $R = \frac{2ab}{Q}$ e $Q = \frac{n \times \overline{a-b}}{M} = \frac{n \times \overline{a-b}}{\frac{1}{a+b}}$

TAV. V. Fig. 10.

dunque $R = \frac{2ab}{n \times \overline{aa-bb}}$, e pertanto $\frac{BC \times 2ab}{n \times \overline{aa-bb}} = yy$, adunque il *conato* totale allorchè $y = b$ sarà eguale a $\frac{nb \times \overline{aa-bb}}{2a}$, tutti però essi *conati* saranno espressi per le absciise SC, ed il totale gravame sarà allorachè SC vale $\frac{nb \times \overline{aa-bb}}{2a}$.

II.

Che se in vece di supporsi la sponda BE formata con linea retta, si voglia piegata in una qualunque curva B bs E, si ritroverà il *conato* dell'acqua come segue. Poste le stesse cose come nel numero precedente, facendo però $aE = z$, $bE = x$ esprimente la lunghezza della curva da b in E, sarà per la nota proprietà delle tangenti $aM = \frac{y\,dz}{dy}$; (essendo $ns = dz$, e $bn = dy$) $bM = \frac{y\,dx}{dy}$; onde per i simili triangoli M ab, bcd, sarà l'analogia bM. aM :: bd. bc, cioè $\frac{y\,dx}{dy}$. $\frac{y\,dz}{dy}$ :: $ny\,dz$. $bc = \frac{ny\,dzz}{dx}$ e tutte le $bc = \int \frac{ny\,dzz}{dx}$.

TAV. V. Fig. 11.

III.

Corollario I. Si concepisca a cagion di esempio la data curva BE una parabola, la di cui equazione $z = yy$, il qual valore sostituito nella formola precedente dà $\int \frac{4ny^3\,dy}{4yy+1}$, ed il suo integrale $\frac{n}{3 \times 4} \sqrt{4yy+1}\,|^3 - \frac{n\sqrt{4yy+1}}{4} + A$, e posto $y = 0$, allorchè il *conato* sia eguale a zero, sarà $A = \frac{1}{6}n$, che però in tal caso

ſo l'integrale completo ſarà $\frac{n}{12}\sqrt{4yy+1}^3 - \frac{n\sqrt{4yy+1}}{4} + \frac{1}{6}n$ dalchè ſi ricava, che la detta parabola non poſſa cominciare nella ſuperficie dell'acqua, ma ſotto di queſta ad un ſeſto della larghezza del Vaſo.

IV.

Corollario II. Qual formola $\int \frac{nydzz}{dx}$ dà ancora la prima del numero I. di queſto Capitolo, mentre praticate le neceſſarie ſoſtituzioni divenendo la curva una linea retta ſarà $z = \frac{ydz}{dy}$ & $y = \frac{zdy}{dz}$ ovvero $dz = \frac{zdy}{y}$: Parimenti $\frac{ydx}{dy} = x$, ovvero $dx = \frac{xdy}{y}$, onde $\int \frac{nydzz}{dx} = \int \frac{nzzdyy}{yydx} = \int \frac{nyyzzdyy}{yyxdy} = \int \frac{nzzdy}{x}$; ma $x = \frac{ay}{b}$, dunque $\int \frac{nzzdy}{x} = \int \frac{bnzzdy}{ay}$, e $zz = xx - yy$ ovvero $zz = \frac{aa-bb}{bb} \times yy$, adunque $= \int \frac{nydy}{ab} \times \overline{aa-bb}$ come in detto numero primo.

V.

Sia da trovarſi il gravame, che riſente un argine, la di cui ſcarpa verſo il fiume, ſi ſuppone a maggior facilità retta, e che formi con l'orizontale un angolo di gradi 40, cioè l'angolo AEB. L'altezza perpendicolare AB ſia di piedi 32, e ſia d'averſi prima il valore di $y = b$ per tre differenti poſizioni, col dividere cioè tutta la ſcarpa dell'argine BE, che ſi ſuppone di piedi 50 in cinque parti; onde il primo valore di y dopo AB di piedi 32, come ſi è detto, ſarà di piedi 25 proſſimamente. Il ſecondo valore di y, facendo $Eb = 30$, ſarà piedi 19; Il terzo piedi 13, ed il quarto ſarà 6 piedi; quai valori ſoſtituiti nella formola $\frac{nyy \times aa-bb}{2ab}$ danno reſpettivamente 472; 288; 166; 78; 17; e 0. Supponendo $n =$ ad un piede, dimodochè queſti numeri rappreſentano tanti piedi cubi d'acqua, che aggravano reſpettivamente l'argine dalla ſommità dell'acqua fino all'aſſunta y, coſichè ſaranno ſempre minori a miſura che detta y ſi prenderà più

vici-

CAP. X. vicina alla ſommità E, fino a ridurſi in nulla a fior di acqua. E perchè ſecondo le oſſervazioni del Guglielmini un'oncia cubica di acqua peſa grani 786 del peſo di Bologna, il primo numero però conterrà once cubiche in circa 815600, cioè libre di Bologna 83470 nella ſuppoſizione poſta al numero XIX del Capitolo ſecondo; dal qual peſo vien gravata la parte più baſſa dell'argine delle cinque, nelle quali s'intende diviſo. Il ſecondo numero 288 averà once cubiche 497700, che fanno libre 50930. Il terzo numero 166 avrà once cubiche 286800, cioè libre 29360. Il quarto numero 78 averà once cubiche 134800 o libre 13790; ed il quinto numero 17 darà once cubiche 29370, cioè libre 3006.

V I.

Se tale è il momento, che l'acqua ſtagnante eſercita contro degli argini, non diſſimile dev'eſſer quello anco dell'acqua corrente lungi le rive, mentre quando il di lei corſo ſia parallelo a queſte, cade tutto lo ſforzo della velocità, ch'è ciò per cui la corrente differiſce dalla ſtagnante acqua, a vantaggio del moto progreſſivo, e nulla ſi eſercita contro delle ſponde, ond'egli è lo ſteſſo, riſpetto a queſte, come ſe eſs'acqua ſi trovaſse in una perfetta quiete, e che non le aggravaſse ſe non col proprio peſo, e con la ſola forza d'inerzia. Potrebbe dir taluno, che quando la coſa foſse così, non mai ſeguirebbero le corroſioni negli argini, le quali ſi veggono eſser un manifeſto effetto della velocità dell'acqua; al che ſi riſponde, che quando l'argine foſse perfettamente liſcio, e formato di terra ben collegata e denſa, non potrebbe mai accader la corroſione, la quale in tanto ſuccede, in quanto eſsendo le rive ſcabre, ineguali, e con moltiſſimi riſalti, la corrente urtandovi pone l'acqua in vortice, l'apice del quale trivellando il fondo, lo ſcalza, e ſa rovinare, e da un tal effetto ne provengono poi nuove inegualità, e nuovi impedimenti al corſo, i quali quanto più ſono vicini ad eſser a piombo, tanto più vagliono ad eccitare i vortici, ed a promovere l'intacco, formando poi ciò, che nel Pò ſpecialmente chiamaſi *Froldo*. In oltre ſi dice, che le dette corroſioni ſeguono per l'ordinario nelle lunate o ſvolte de' fiumi; ed in particolare allorchè ſono deſſe aſsai acute, nel qual caſo viene l'acqua in certo modo ad urtar di petto, ſe non nell'argine, al certo nell'acqua, che ad eſso ſta a ridoſſo, lo che fa, che il momento di queſta ſi venghi in qualche modo ad accreſcere, ſe non quanto farebbe ſe l'acqua affatto libera vi urtaſse,

taſſe, almeno accreſcendo l'energia del proprio peſo, non però in grado che ſia molto maggiore della ſemplice preſſione, mentre, come ſi è detto al numero VIII. del Capitolo VII. qualunque ſiaſi l'andamento della riva, l'acqua a queſto ſi accomoda in maniera, che va anch'eſſa piegandoſi col ſuo corſo con direzione parallela alla riva medeſima, ſenza darvi altro carico, che quello del proprio peſo. CAP. X.

VII.

Ciò che fu generalmente indicato al num. VI. del Capitolo VII conviene ora più particolarmente averſi in rifleſſo per rintracciare con il grado della forza dell'acqua, che ſpinge e carica, quella ancora de' ripari, che reſiſte e contropera. Univerſalmente è vero che nel canale X*c*TS correndo l'acqua da X al *c*, ſe queſto corſo ſarà in qualche modo impedito coll'*obice* fermo KL, o HI, oppure OP, il momento dell'acqua contro di eſſo *obice* ſarà in ragione compoſta dello ſpazio occupato dall'acqua per un certo tratto ſuperiormente all'*obice* ſteſſo, e del quadrato della velocità di dett'acqua, tanto venendo comunemente ricevuto da' Statici; ma concretando il diſcorſo a ciò, che realmente ſuccede ne' fiumi, alla riſerva delle punte L, I. P degli *obici*, non riſente il riparo nelle altre di lui parti, l'energia del momento predetto, ma ſolamente quello del peſo dell'acqua: imperocchè dovendo queſta reſtar ſenza moto, o come ſi chiama di *molente* per lo ſpazio XLK, ovvero ZIH, oppure YOP, ſi formerà in XL, ZI, YP una curva, ſecondo cui movendoſi l'acqua, eſſa curva a miſura dell'*obice* ſarà più eſteſo verſo della corrente del fiume, ed avrà il vertice più diſtante dall'attaccamento che detto *obice* fa con la riva, cioè per il KL, ch'è il più lungo, in X diſtante da K per lo ſpazio KX. Ma per l'*obice b*I minore, per lo ſpazio *b*Z. Ed in fatti ci ammaeſtra la ſperienza non vi eſſer penello (così dicendoſi tali *obici* nel linguaggio di queſti paeſi) che non fermi dentro di certi limiti e ſuperiormente, ed inferiormente ad eſſo delle materie, di quelle cioè, che dall'acqua vengono portate. Circa al corſo poi, che l'acqua acquiſta alla punta de' penelli, ſi è veduto nell'incontro della viſita del Pò 1719, quanto moto concepiſce deſſa alla teſta de' moli fatti a' priſmi, formati avanti della Città di Piacenza contro le corroſioni del Pò, rimanendo nelle altre loro parti con l'acqua a collo ſenza moto, e ridotta del tutto molente. TAV. V. Fig. 12.

CAP. X.

VIII.

La forza dunque di cotali ripari si calcolerebbe assai eccedente, quando si volesse che fosse come il prodotto del quadrato della velocità nello spazio occupato da quell' acqua, che viene a ferire il penello: cosa, che solamente può seguire per un qualche tratto verso della di lui punta, nè verso della riva altro tormento non potrà risentire, che qualche peso dall' acqua se la superiore si rimanga per un poco più alta dell' inferiore per di dietro il riparo; lo che anco si farà manifesto, quando si rifletta, che l'acqua stagnante superiormente al penello, contro di cui si scarica l'impeto della corrente, non può comunicare il moto alle vicine parti in quel modo che accade allora che un corpo solido percuote altri corpi pur solidi collocati nella medesima direzione. Egli è ben vero, che l'acqua in correre urtando nella stagnante XKL, ZHI, ovvero YOP, essendo più veloce verso le punte de' penelli, che verso la riva, può agevolmente eccitar de' vortici, i quali quando siano di tal numero e forza da accostarsi al sito ove è piantato il penello, impedirebbero non che le deposizioni e gli atterramenti in detto luogo, ma cagionerebbero della molta profondità a piedi del riparo, col ridurlo in breve tempo a molta debolezza e pericolo di rimaner distrutto, avegnacchè scalzato che fosse, sarebbe reso inutile a reggere al carico dell'acqua, nè meno operando ella col solo di lei peso, non che con la violenza del corso. A tal sorta d' inconvenienti rimangono esposti principalmente que' penelli che formano angolo acuto con la riva dalla parte superiore, come HI; nè da un tal disordine vanno esenti quelli, che stanno collocati alla medesima riva perpendicolari, come *b*I, e meno di tutti quelli che si piantano ad angolo ottuso con essa riva come OP, i quali quanto più sono dolci, o posti a seconda del fiume, meno sempre restano soggetti al predetto sconcerto.

IX.

La forza de' vortici, non altrimenti che nell'aria allorchè dessa forma i turbini e le bisciabove, è molto insigne nell'acque correnti. Si pongono queste in un moto circolare, abbandonando il rettilineo qualunque volta incontrano un *obice*, che al loro moto progressivo resista; nel qual caso convertendo la direzione rettilinea in circolare, si forma una figura conica, ponendosi in giro

Digitized by Google

ro l'acqua coll'inclinarſi ſpiralmente dalla ſuperficie al fondo in cui termina o con l'apice del cono, ovvero prima che queſto vi arrivi, trivellandolo e profondandolo con un'eſtrema violenza o al piede dell'obice, da cui ha avuto origine il vortice, o da queſto non molto lontano. Non tutti però gl'impedimenti poſti nel fiume generano i vortici, ma quelli ſolamente che ſono poſti o a piombo, o poco fuori del perpendicolo, come ſono in grazia di eſempio le palificate o diſpoſte in paradori, o in penelli, gli angoli ſalienti delle muraglie ed altri conſimili: ogni galleggiante che diſcorra a queſti contiguo, ne viene rapito, e ſtraſcinato al fondo con molta violenza. Se però le acque correnti non hanno inſigni profondità, la forza della penetrazione de' vortici non è di molto rifleſſo, come ben lo è quando l'altezza viva dell'acqua è molta, e ne deriva da ciò, che potiamo ſoſtenere le palificate ne' fiumi profondi da 8 in 10 piedi, ma non già in quelli che ne hanno 20: la ragione ſi è, che operando in tali turbini d'acqua la ſola velocità perpendicolare, il di cui grado viene determinato dall'altezza maggiore o minore dell'acqua medeſima, e niente contribuendo la circolare, che può eſſer conſiderata come data e coſtante, e prodotta dal ſolo moto progreſſivo del fiume, è paleſe, che l'azione non ſi può render molto ſenſibile ſe non in grande altezza: Per altro la circolare non agiſce ſe non nell'urtar di fianco l'*obice* che incontra, o ſia di un ſolo vortice più dilatato, o di molti minori, ne' quali tal volta ſi ſubdivide; ma è facile da vedere, che ſe il danno cagionato da' vortici non conſiſteſſe, che nell'impreſſione laterale contro de' ripari, facile ſarebbe il difenderſene; ma il caſo ſi è di doverſi reſiſtere alla forza della penetrazione che fanno eſſi vortici contro del fondo, ſcalzando irreparabilmente il riparo, onde vengono giuſtamente i vortici riputati da tutti i più ſaggi idrometri, *la peſte de' fiumi*, ſenz'averſi pur anco trovato forza, che reſiſter vi poſſa, ed allora principalmente quando il fondo del fiume ſi trova ſabbioniccio; tutto lo ſtudio però eſſer deve nell'impedire, che non ſi generino.

CAP. X.

X.

Per determinare adunque il più preciſamente, che ſia poſſibile qual forza vi ſia nell'apice de' vortici, e qual incremento eſſa prendi in queſta parte, ſi potrà ſupporre eſſo vortice, come fatto da una ſpirale intorno ad un cono. Eſſendo dunque manifeſto,

CAP. X. che per qualunque curva discenda un grave, non ha, prescindendo dalle resistenze, nè può avere mai maggior velocità di quella che acquisterebbe discendendo per la perpendicolare; e dovendosi però prendere da quest'azione la forza del vortice in riguardo alla velocità, se s'intenderà il vortice formato DFAG di cui la superficie al pelo dell'acqua DEG, il vertice A; sia Dcb la spirale descritta dal moto vorticoso dell'acqua inclinata al piano orizontale coll'angolo formato dalla tangente di essa spirale nel punto D, e dal piano orizontale DEG: Siano AE Ae due linee infinitamente prossime, che partendo dal vertice A terminano nella base DGE, formando l'angolo infinitesimo EAe; Si faccia passare per il punto *b*, ove Ae taglia la spirale, il circolo F*b* parallelo a DG; e chiamisi $EC = y$, $BC = dy$; $FB = x$, $Bb = dx$: La velocità circolare in FB con cui devesi intendere che l'acqua si muova sempre con direzione parallela a $DG = u$, ma questa sia data e costante. Essendochè dunque lo spazietto CB sarà percorso con la velocità $\surd EC = \surd y$, e lo spazietto B*b* con la velocità u, e tutti e due nel medesimo tempo; per tanto sarà l'equazione $\frac{dx}{u} = \frac{dy}{\surd y}$ ed integrando $\frac{x}{u} = 2\surd y$ ovvero $xx = 4uuy$, equazione ch'esprime la natura della spirale DC*b* formata dal vortice.

TAV. V. Fig. 13.

X I.

E perchè le forze sono come i quadrati delle velocità, sarà essa forza $f = y = \frac{xx}{4uu}$, vale a dire in ragione diretta del quadrato dell'altezza EC, e reciproca del quadruplo del quadrato della velocità costante circolare FB, ovvero perchè è data questa velocità in ragione del quadrato di dett'altezza.

X I I.

Scolio. Sia $x = 4$ piedi ovvero a quarantotto once, sarà la forza in tal punto come 2304; e se $x = 5$ piedi ovvero once 60, sarà dessa eguale a 3600; se poi la forza predetta sia = piedi 6 cioè a 72 once, valerà la forza 5184; onde resta assai chiaro il grande aumento che riceve il vortice a misura della di lui profondità, di modo che il doppio di altezza porta quattro volte più di forza.

Co-

XIII.

Coroll. Reſta poi manifeſto, che quanto maggiore ſarà la velocità dell' acqua corrente del fiume, i vortici ſuccederanno di diametro più dilatato, valendo il quadrato di eſſa velocità per la forza tangenziale da deſcrivere la ſpirale, o per meglio dire quel circolo, che riſponderà ad un dato punto di eſſa ſpirale, ed è manifeſto altresì, che quanto maggior copia di acqua ſarà poſta in giro, che di più durata ſarà il vortice; qualunque però ſiaſi l'ampiezza di queſto in pari altezze, ſarà eguale l'effetto, ſe non in riguardo del grado, certamente in rapporto del tempo.

XIV.

Si può ricavare da quanto ne' numeri precedenti ſi è detto, che dove ſi eccitano i vortici, a miſura che il fondo è lontano dalla ſuperficie, tanto maggiore ſegua l'effetto dell' eſcavazione. Siano i fondi variamente inclinati AF, AL, AM; la ſuperficie dell'acqua AB, e s'intendino formati i tre vortici, C, D, E; ſoffrirà da queſti più il fondo AM, del fondo AL; e queſto più del fondo AF, eſſendochè per li numeri X e XI di queſto, le forze in M, L, N, K, O, I, ſono ben maggiori della forza del vortice reſpettivamente in F, G, H, coſicchè in grazia di eſempio, ſe condotta la FO dall'interſecazione F all'apice O del vortice EO ſia queſta parallela all'orizonte dell'acqua BA, ſarà la forza in O per eſcavare il fondo, eguale alla forza del vortice CM in F, ma la forza in F è molto minore della forza in M, dunque la forza in O, anch'eſſa è molto minore della forza in F.

TAV. V. Fig. 14.

XV.

Se dunque il fondo, o riva AM foſſe aſſai tormentata dall' azione di tali vortici C, D, E, e ſi voleſſe penſare a ripiegarvi: Se noi vi piantaſſimo de' pali perpendicolari alla ſuperficie dell' acqua come FM, GN, HO, non già levareſſimo l'effetto pernicioſo, ma piuttoſto lo verreſſimo ad accreſcere, imperocchè urtando l'acqua in tali nuovi *obici*, ſi ecciterebbero nuovi vortici, che avendo libero ſpazio di agire ſopra della riva AM nelle altezze come prima, produrrebbero lo ſteſſo e maggior effetto, e ben toſto ſi vederebbero ſcalzate e ſconvolte le paliſicate,

CAP. X. te, che per togliere lo ſconcerto vi foſſero ſtate poſte : Bensì o ſi leverebbe affatto, o molto ſi minorerebbe, ſe ſopra la predetta riva piantati più ordini di pali, come FM, NG, OH, ſopra vi foſſe conficcato un forte tavolato AF, il quale impedendo il progreſſo dell'apice de' vortici, e togliendo loro la forza in F, G, H, darebbe campo, con qualche altro lavoriere ſuperiore, di empirſi tutto lo ſpazio FAM, e con ciò riducendoſi la riva meno acclive, meno reſtarebbe eſpoſta al dirupamento. Egli è ben vero, che non tutti i fiumi, ed in ſpezie i grandi ſoffrirebbero un tal ripiego per non dar tempo e modo di ergere il riparo che ſia forte e conſiſtente; ne' mediocri però e piccioli, e molto più ne' temporanei poſſono riuſcire di molto utile tali diſeſe, le quali facilmente volle indicare il Celebre Montanari in certe Scritture ſopra le acque, nelle quali eſaltava ſopra di ogni altra coſa per ovviare alle corroſioni ed intacchi, che i fiumi fanno alle rive, i ripari piantati obliquamente, anzi ſi eſpreſſe di penſare al modo di figere anco obliquamente i pali, ben conoſcendo che la perpendicolarità di queſti, ſerve molto ad accreſcere i ſconcerti de' fiumi iu vece di toglierli.

XVI.

Scolio. Quindi è, che ne' fiumi grandi come v. gr. il Pò non potendoſi perlopiù lavorar con palificate, ho io introdotto il piantare in vece di dette palificate, i moli di gabbioni, che avvanzandoſi ſecondo una certa direzione verſo il filone del fiume, abbiano ſcarpe sì dolci da proibire la formazione de' vortici. Così avendo avuto a coprire alla Contarina la gran Coronella, che ivi fu formata per chiuderſi una grandiſſima rotta, che ſi era aperta del 1725, furono piantati due moli, compoſti con barche ripiene di terra affondate, e poi ſepolte fra un gran numero di Gabbioni ben alti e groſſi ripieni della miglior terra, che ſi trovaſſe in que' ſiti, con i quali furono ridotti i detti moli ad avere una ſcarpa tale, e sì dolce e poco acclive, che non oſtante che foſſero piantati in 18 piedi di acqua, hanno ſempre reſiſtito alla correntia, ſenza che mai ſianſi prodotti i vortici, di maniera che eſſendo ſeguito celeremente l'effetto di rivolgere la corrente, lontana dalla riva anche prima, che i detti moli foſſero compiti in tutta la diviſata lunghezza, per non gettare ſuperfluamente il danaro pubblico, ſi ſono laſciati ſenza ulteriormente avvanzarli, ilchè ha dato luogo a' meno intendenti, per non dire a' detrattori

tori delle altrui operazioni, di diſseminare, ch' eſſi ripari erano ſtati in parte dalla violenza delle acque aſportati. Ben maggiore fu l'impegno di altri moli, e contramoli piantatiſi in altre parti di detto fiume, formati però di ſoli Gabbioni ma di una eſteſa ſorprendente; nè l'effetto di quelli che ſi ſono fatti piantare nell' Adige al ſito delle pericoloſe corroſioni del Bertolino, e della Rotta nuova è ſtato minore di ciaſcun altro, avendo benchè di aſſai moderata lunghezza potuto aſſicurare quelle geloſe parti, e col rivolgere il corſo alla parte oppoſta, e col radunare immenſe ſabbie a profitto della riva, che rimaneva intaccata, conſiſte tutto il ſegreto di detti ripari nel ben attaccarli all'argine, nel dar loro grande ſcarpa, e nell'empire i Gabbioni della miglior terra, che ſia veramente cretoſa e tenace, ilchè quando venghi effettuato, e reſtano impediti i vortici, e levate certamente le più pericoloſe corroſioni. CAP. X.

XVII.

Infinite poſſono eſſere le direzioni, da darſi a' pignoni, o penelli, che, come è ſtato detto, così ſi chiamano quelle palificate ſemplici o doppie, oppure que' moli, e muraglioni, che attaccandoſi fortemente alla riva XQ, ſecondo una certa direzione, vanno ad incontrare il corſo dell' acqua; diſſi infinite, perchè ſe dal punto A della riva XAQ, ſi deſcriverà dal centro A il ſemicircolo DHG, i di cui raggi rappreſentino queſti ripari come AM, AL, AH, AI, AK, infinite ſaranno le direzioni per tutti i punti cioè della circonferenza DHG: A miſura poi che più o meno ſono eſſi inclinati alla direzione del fiume maggiore o minore, ſarà la quantità dell' acqua ch'eſſi incontreranno, di maniera che l' impedimento che ſaranno per fare al corſo dell'aqua, ſarà ſempre in ragione de' ſeni retti delle reſpettive loro inclinazioni, ſe il penello fa angolo acuto verſo le parti ſuperiori del fiume; del ſeno tutto, ſe è piantato ad angolo retto con la riva, e della differenza o ſia complemento a due retti, ſe ottuſo ſopra della medeſima. TAV. V. Fig 15.

XVIII.

In parità dunque di lunghezza de' penelli, ſarà più diſcoſto il vertice della curva XL, ovvero ZI, ovvero YS dall'attaccamento, che egli ha alla riva, quanto è maggiore il ſeno dell'inclinazione TAV. V. Fig. 12.

ſe

CAP. X. se sia acuto come HI, cosicchè nel retto KL l'attaccamento X sarà nella maggiore possibile distanza: Ma negli ottusi come OP, la distanza OY sarà maggiore, allorchè il seno della differenza fra l'angolo dato YOP, ed i due retti sarà parimenti maggiore.

XIX.

Coroll. Si ricava da quanto si è detto, che il massimo ristagno, o sia *molente* dell'acqua a causa de' penelli, seguirà nel penello perpendicolare alla riva, e la minima nell' ottuso alla medesima, e che quanto più è ottuso o acuto, minore sarà il detto ristagno fino a ridursi a nulla se l'angolo svanisce affatto e diventi o zero o di 180 gradi.

XX.

Perchè spesse volte accade di aversi a piantare de' penelli non solamente coll'oggetto di staccare dalla riva il filone dell' acqua, onde ne resti impedito l' ulterior intacco della medesima, ma ancora perchè essi ripari facciano seguir delle deposizioni nella loro parte superiore, ed anco nell'inferiore, come si anderà considerando; Sia però da ritrovarsi lo spazio, che occuperà la molente dell' acqua fatta da penelli o acuti, o ottusi, col supporre nota per le osservazioni l'area della *molente* formata dal penello retto XKL, purchè s'intenda con gli altri della medesima lunghezza. Si chiami $KX = a$, $KL = b$, e condotte le perpendicolari bI, cP, sia $Zb = x$; $bI = y$, $Yc = X$, e $cP = Y$. Si supponga che KX, ovvero bZ, oppure cY, elevate alla podestà n esprimano le funzioni dell' ordinata rispetto alla sua abscissa LK, Ib, Pc. Per esser queste curve della medesima specie, sarà l'analogia $KX^n . KL :: Zb^n . bI :: Yc^n . cP$ cioè in termini analitici $a^n . b :: x^n . y :: X^n . Y$, onde le equazioni $y = \frac{bx^n}{a^n}$, ed $Y = \frac{bX^n}{a^n}$; dicasi in appresso, il seno dato dell'inclinazione del penello con la riva $bHI = c$, e quello di YOP, oppure del suo complemento ai due retti $cOP = C$; così quello del complemento $bHI = m$, e l'altro $cOP = M$. Sarà per la trigonometria $c . y :: m . \frac{my}{c} = bH$, ed istessamente $Oc = \frac{MY}{C}$; Si chiami poi l'area XKL $= A$; Sarà l'area ZHI $= \frac{myy}{2c} + \int$

TAV. V. Fig. 12.

$+\int y\,dx$, e l'area $YcP = \int r\,dX - \frac{Mr^2}{2C}$. Intendaſi poi che l'area XKL ſtia all' area YOP, come p a q ſarà l'analogia $A.\ \frac{myy}{2c} + \int y\,dx :: p.\ q$; e l'area XKL all'area YOP ſtia come q al r ſarà $A.\ \int r\,dX - \frac{Mrr}{2C} :: q.\ r$, e finalmente ſtia l'area ZHI all'area YOP, come r al s ſarà $\frac{myy}{2c} + \int y\,dx . \int r\,dX - \frac{Mrr}{2C} :: r.s$ nelle quali analogie baſterà ſoſtituire i valori di y dato in x; di p; q; r; s. e fiſſare la ſpezie delle curve XL, ZI, YP per determinare le ricercate proporzioni delle dette aree. Generalmente ſarà $\frac{myy}{2c} + \int y\,dx = \frac{m}{2c} \times \frac{bbx^{2n}}{a^{2n}} + \int \frac{bx^n dx}{a^n}$, ovvero $\frac{m}{2c} \times \frac{bbx^{2n}}{a^{2n}} + \frac{bx^{n+1}}{n+1\,a^n} \pm Q$, e $\frac{Mr^2}{2C} + \int r\,dX = \frac{M}{2C} \times \frac{bbX^{2n}}{a^{2n}} + \frac{bX^{n+1}}{n+1\,a^n} \pm S$ (Q ed S ſono quantità coſtanti da determinarſi dalla natura delle curve in quiſtione.)

XXI.

Sia da trovarſi in un fiume in un dato angolo acuto verſo le parti ſuperiori di un penello, la lunghezza di queſto perchè renda ſtagnante l'acqua in modo, ſicchè lo ſpazio compreſo da eſſo, riſpetto a quello formato da un penello normale alla ſponda ſia come 1 al 2; ſarà dunque $n = 1$, e $p = 2$, $q = 1$, e l'angolo $bHI = 50°$, onde il di lui complemento $bIH = 40°$. Sia $a = 6$; $b = 4$, ſarà $A = 12$, e l'analogia del numero precedente $A.\ \frac{m}{2c} \times \frac{bbx^{2n}}{a^{2n}} + \frac{bx^{n+1}}{n+1\,a^n} :: p.\ q$ diventerà $12.\ \frac{76604}{2 \times 64279} \times \frac{16xx}{36} + \frac{4xx}{12} :: 2.\ 1$, che ridotta dà $x = 3\ \frac{154}{1000}$ proſſimamente, e perchè $y = \frac{bx^n}{a^n} = \frac{bx}{a} = \frac{4 \times 3\ \frac{154}{1000}}{6}$, ſarà $y = 2\ \frac{103}{1000}$, e per la trigonometria eſſendo $\int b\,HI$, $50°$. bI, $2\ \frac{103}{1000} :: \int T.\ HI = 2\ \frac{745}{1000}$, quindi ſe nel dato angolo bHI di gradi 50, ſarà inalzato il penello HI, coſicchè la lunghezza di queſto alla lunghez-

CAP. X. za dell'altro KZ ſtia come 549 a 800, fermerà queſto la metà dell'acqua in riguardo del primo, come ſi era propoſto. Che ſe ſi cercaſſe qual doveſſe eſſere la lunghezza di detto penello, perchè nell'angolo dato fermaſſe, e rendeſſe *molente* altrettant' acqua, quanta il penello perpendicolare KL, allora eſſendo $p = q$, ſarà, fatto il calcolo, la proporzione della lunghezza dell'acuto al normale, come 1941 a 2000. Parimenti chi voleſſe render *molente* l'acqua in ragione di 3 al 2, eſſendo in tal caſo $p = n$, $q = 3$ farebbe la lunghezza ricercata di detto penello alla lunghezza del perpendicolare, come 5527 a 4000.

XXII.

Scolio. Avvegnacchè le coſe antedette poſſino eſſer vere in pura ed aſtratta teorica, nientedimeno non ſempre producono i diviſati effetti in pratica. Ne darò un aſſai chiaro eſempio. Avendoſi dovuto fare una diverſione all'Adige con un Taglio reale alle parti della Torre nuova, e ciò per levargli quattro perniciose curvature, che oltre il ritardargli il corſo, una di eſſe, cioè la più vicina alla Torre nuova, faceva paſſar la maggior parte del fiume per il Canale Naviglio di Loreo nel Pò di Levante, e per queſto al Mare, col laſciar ſenza forza, perchè con pochiſſima acqua il tronco principale verſo della Cavanella, e foce di Foſſone, fatto che fu il Taglio, e ſuperate tutte le difficoltà di far un alveo in un terreno tutto marcio e di cuoro, e dovendoſi a motivo di aver la comunicazione col Pò, laſciar tant' acqua al predetto Canal Naviglio, che foſſe ſufficiente per la Navigazione, ed anco perchè l'Adige aver poteſſe per queſta parte un adattato ſfogo nelle ſue eſcreſcenze, nè volendoſi impegnare in nuovi Taglj, e potendoſi agevolmente ottenere l'intento ſervendoſi di quel pezzo di alveo, che dalla bocca del nuovo Taglio paſſa alla Tornuova, vale a dire del medeſimo, che prima di formare il Taglio ſerviva ſino a detto termine di letto all'intiero fiume, tutto l'impegno fu di bilanciare in modo e dividere l'acqua, che una data minor porzione ne paſſaſſe verſo Loreo, e la maggiore diſcorreſſe pel Taglio: Furono a tal fine però ideati un penello ed uno ſperone perchè ci proccuraſſero l'effetto predetto. AB rappreſenta l'Adige, CD il Taglio nel di lui principio ed imboccatura, là dove cioè ſi ſtacca dall'antico letto; Era da ridurſi EB porzione dell'alveo dell'Adige che paſſa alla Tornuova in modo che non aveſſe a ricevere che un terzo in circa dell'

TAV. V. Fig. 16.

acqua

acqua del fiume. Fu a tal oggetto piantato il penello alquanto curvo LM con doppia palificata ad angolo assai ottuso con la sponda per rivolgere il corso maggiore nella bocca del Taglio, di poi fu costrutto lo sperone FE parimenti formato con doppia palificata di forma triangolare, e tutto fu fatto riempire fino all' acqua mediocre di terra e Volpare, e questo perchè fermando l' acqua nello spazio EKG, e riducendola stagnante vieppiù potesse prender corso pel nuovo canale CD, riuscì questo ad angolo acuto EFH verso le parti superiori del fiume, e da chi eseguì l' opera, trovandomi io lontano per altre facende, fu lasciato intatto il pezzo di argine H, che volevo abbassato fino al livello dell'acqua ordinaria. Seguì infatti l'effetto di rivolgere gran parte dell'Adige nel Taglio dopo un qualche tempo, ma ben lungi di potersi mai ridurre a *molente* lo spazio EKG fra lo sperone e la punta dell'argine di cui si è detto, sito che restò sempre tormentato da vortici in maniera tale, che a riserva di qualche picciolo spazio vicino a K al vertice cioè dell'angolo di detto sperone con la sponda, non solamente si mantenne quivi il primo fondo, ma si accrebbe, e la punta E restava così tormentata, che per salvarla si ebbe bisogno di far gettare al piede, ed a ridosso de' pali una quantità di sassi condotti dalle cave di Lisipida. Fu molto pensato al modo di levar questi vortici, ed un tale dannoso irregolare corso, che s'internava incessantemente verso di FE minacciando di distruggere la prima linea de' pali dello sperone, si giudicava utile il far levare l'argine FH, ed abbassare la marezana, ma entrato in taluno qualche scrupolo, che allargata sovverchiamente la bocca del Taglio non avesse poi l' acqua conveniente forza per tenersi escavato quanto era uopo il fondo, fu preso finalmente il mezzo termine di piantare alla punta H, (che pur era stata fin da quando fu aperto il Taglio guernita, senza però molta necessità di pali) un picciolo molo servendosi di una barca affondata, e ripiena di buoni Volparoni e terra, ed in fatti tal operazione eseguita, o fosse che per essersi ridotta in dolce scarpa impediva i vortici, o fosse, che la punta G venne a riuscire sì lontana da H, che abbondantemente puote impedire il maggior disordine, riducendo l'acqua a correre anche più in là della punta E, e con ciò fu il tutto per allora assicurato, e continuò l'Adige ad imboccare sempre meglio il Taglio, come erasi divisato, cosicchè poco più della quarta parte di esso passava verso di Loreo per l'alveo, che fu detto di comunicazione

CAP. X.

CAP. X. ed il rimanente per il Taglio verſo di Foſſone: i detti ripari hanno poi fatto nella parte inferiore marezane tali, che l'alveo ſi è ridotto anche in qualche rifleſſibile diſtanza da eſſi, alla ſola larghezza conveniente, per conſervar la navigazione, vale a dire alle miſure del Naviglio di Loreo, ed ultimamente coll'impianto di alcuni altri moli, che furono ſuggeriti da me fin allora, che fu diviſato di ſervirſi di queſto tratto di alveo per la navigazione del Pò, ſi è poi ridotto alla ſua perfezione. Ecco dunque come non ſempre i penelli acuti fanno il *molente*, come taluno è di parere; il che tutto ſi è voluto eſporre a lume e documento di quelli, che ſono deſtinati a regolare le acque correnti.

XXIII.

Cade in tal propoſito l'eſame di alcune propoſizioni regiſtrate da Fammiano Michelini nel Trattato della *direzione de' fiumi*, e fra le altre quella che viene poſta nel Capitolo ſecondo, volendo provare, che l'acqua ſtagnante in un Vaſo avente i lati perpendicolari all'orizonte, non vi faccia veruna preſſione, quaſichè nella guiſa, che accade a' corpi ſolidi tutto il conato foſſe diretto verſo del fondo, e niente contro delle ſponde. La dimoſtrazione ch'egli porta è la ſeguente: *Ora ſe egli è vero che il fondo dee eſercitare forza eguale al peſo aſſoluto, non è poſſibile che per lo contatto collaterale del piano perpendicolare all'orizonte patiſca lo ſteſſo piano, compreſſione alcuna da detto grave, perchè ſe ciò foſſe vero, oltre alla reſiſtenza totale, che fa il fondo, vi ſarebbe anco quella del piano collaterale, che fra tutte due inſieme farebbono una ſomma maggiore del peſo del ſolido, e così un grave di due libbre peſarebbe più quando egli è appoggiato ad un piano perpendicolare all'orizonte, che ſe egli pendeſſe per l'aria libera, la qual coſa è impoſſibile.* Dal qual diſcorſo ſi raccoglie, che l'effetto ſarebbe maggiore della ſua cauſa, quando ſecondo i principj della Filoſofia è noto, che ciò mai può ſuccedere.

XXIV.

Un tal ſentimento oltre all' eſſer contrario a quanto hanno ſcritto il Guglielmini, Ermanno ed altri, che dell' idrometria hanno trattato, ſi prova erroneo da quanto ſegue. Non ſi nega che il fondo del vaſo non abbia a ſoſtenere tutto il peſo del fluido, che vi ſopraſta, ma da ciò niuna implicanza ne deriva, che il medeſimo fluido non poſſa anco nello ſteſſo tempo premere

le

le ſponde laterali di eſſo vaſo, ed il conato ſarà in ragione delle reſpettive altezze dello ſteſſo fluido; in quella guiſa che punto non implica, che un grave poſato ſopra un piano orizontale non vi peſi tanto allorchè reſta quieto, quanto allorchè viene poſto in movimento, e fatto paſſare a percuotere un oſtacolo che vi foſſe oppoſto ſopra del medeſimo piano. Naſce ciò da un'altra cauſa e forza ben diverſa da quella, con cui gravita ſopra del fondo; così il fluido dentro del vaſo peſa, egli è vero, ſopra del fondo nella ragione del proprio peſo; ma eſſendo il fluido ſommamente lubrico e ſdrucciolevole, ſi ricerca, che le ſponde vi contr' operino per fermarlo nel ſuo ſito; ora lo sforzo di queſta reazione vale appunto quello che chiamaſi l'azione del fluido che ſi eſercita contro le ſponde, che niente ha a che fare coll' aſſoluto peſo, con cui l'acqua preme inceſſamente il fondo, in quella guiſa che non ſi laſcia di eſſer meno grave allorchè ſi preme con forza un muro, oppure allora che ſi ſcaglia una pietra a qualche diſtanza. CAP. X.

X X V.

Dal che poi procede non verificarſi nè meno ciò che lo ſteſſo Michelini nel detto Capitolo ſecondo avanza, appoggiato al principio ſopraenunciato, cioè, che *gli argini faranno piccioliſſima forza per ritener l' acque in comparazione di quella che dovrà fare il fondo*, mentre, oltrechè gli argini di terra non ſono mai perpendicolari al fondo, ma inclinati, abbenchè queſta forza vadi ſempre ſcemando verſo la ſuperficie dell' acqua, ſino ad arrivare al nulla, contuttociò abbenchè non ſia ella, quanto quella del fondo, non è poca però, ed al certo tale, che per lo più arriva ad eſſer la metà dell' altra. Segue il Michelini nel Capitolo terzo la ſteſſa ipoteſi, e per conſeguenza dura nello ſteſſo equivoco, nel paragonare che fa l'impreſſione che un cubo di bronzo farebbe ſopra d'un piano orizontale, ſu di cui poſaſſe, il quale ſtraſcinato che foſſe, toccando un muro verticale eretto al piano predetto, quando eſſo cubo camminaſſe ſempre allo ſteſſo parallelo, *non patirebbe*, dic'egli, *compreſſione alcuna, ancorchè foſſe di latte rappreſo* (per ſervirmi delle di lui ſteſſe parole) *nè per qualunque moto violento, che impreſſo gli veniſſe*; lo che tutto ſi concede ne' ſolidi, ed anco ne' fluidi, per quanto riguarda al non variarſi delle impreſſioni, ma ſi dice non poterſi già verificare, che quella preſſione che deriva dall' altezza del

fluido,

CAP. X. fluido, e ch'esercitavasi contro del pariete, non segua a produrre costantemente il proprio effetto; e quì si ricerca di nuovo, se concepito che avesse quel cubo un rapidissimo movimento, credesse il Michelini, che in proporzione dell'energia di questo fosse per aggravare il soggetto piano con lo stesso peso, oppure con minore? ch'è quanto può servire a confutare il Capitolo secondo di esso Autore.

XXVI.

Al Capitolo quarto, considerando un Vaso, o Vivajo, come esso lo chiama, con le sponde perpendicolari all'orizonte, ma col fondo al medesimo inclinato, come EF rispetto ad AF, DG del vaso DAGF, pretende di dimostrare, che essendo TAV. V. Fig. 17. ripieno di acqua stagnante fino in DA, e la sponda AF riuscendo nella parte *più bassa del Vivajo*, *farà forza per ritenere l'acqua stagnante*, *e la resistenza che dovrà fare al peso assoluto di tutta l'acqua del Vivajo avrà quasi la stessa proporzione*, *che l'altezza del suolo* EG *alla lunghezza del suolo inclinato* EF. La dimostrazione che soggiunge, dipende da un principio equivoco che suppone, pretendendo che l'acqua stagnante sia soggetta alle stesse anomalie di un grave solido, che per lo piano EF discendesse a far impressione contro della sponda AF. L'assurdo che da tal suppositione nascerebbe, si ricava nel modo che segue. Perchè dunque secondo il Michelini deve stare l'analogia EG ad EF, così la resistenza di AF al peso assoluto P dell'acqua, sarà la resistenza di AF $= \frac{EG \times P}{EF}$. Intendasi per tanto un TAV. VI. Fig. 1. vaso DEFNM, parte del di cui fondo EF sia inclinato all'orizonte, e parte sia in sito orizontale come FN. Sarà dunque secondo l'Autore pressata la linea AF (quando il vaso intendasi ripieno di acqua fino in DM) ch'è il filamento dell'acqua che sovrasta al punto infimo F del piano inclinato EF, giacchè questo piano promove l'impressione sopra la sponda AF, se solida fosse, e tale non essendo ma fluida, sopra dell'acqua stessa che equivale alla sponda, ma a detta supposta azione contr'operando l'acqua in FM, dovrà questa risentire del carico, e seco ancora la vera sponda MN per partecipazione e comunicazione di moto, ed il momento di esso carico sarà lo stesso, che risentirebbe nel senso del Michelini la AF. Si supponga ora che il piano EF sia eretto verticalmente a piombo in AF; nel qual

caso

caſo la formola della reſiſtenza di AF o di MN, che di ſopra ſi è detto eſſer $\frac{EG \times P}{EF}$ diverrà $= P$, pareggiandoſi EG ed EF in AF; adunque il carico che avrebbe MN ſarebbe eguale al peſo aſſoluto del fluido, ma lo ſteſſo viene riſentito dal fondo, adunque l'effetto proveniente da una parte, ſarebbe eguale all'effetto proveniente dal tutto: coſa che non può ſuccedere. CAP. X.

XXVII.

Il Capitolo quinto del medeſimo Autore dà motivo d'indagare varie coſe per rapporto alle reſiſtenze degli alvei, sì in riguardo al loro fondo, che alle ſponde, dic'egli, che *la reſiſtenza degli argini dovrà eſſer aſſai picciola in comparazione di quella del fondo*; naſce la propoſizione dal di lui terzo Capitolo, che ſi è dimoſtrato inſuſſiſtente, onde cade per conſeguenza ancora quanto in queſto ſi avanza. La reſiſtenza che devono far gli argini non è sì poca che debba traſcurarſene la conſiderazione, ſentendo la ſponda il peſo dell'acqua, meno bensì del fondo, a miſura ch'è da queſto più diſcoſto quel punto che ſi conſidera, ma molto più ſenſibile a miſura ch'eſſo punto ſi avvicina al fondo, come ſi è notato al numero XXV di queſto. Per altro non ſi credeſſe che il fondo foſſe aggravato da altra forza, che da quella che proviene dal peſo del fluido, e non come crede il Michelini quando ſi eſprime: che *il ſuolo del fiume reſta percoſſo dall' impeto attuale, e dall' energia e peſo di tutta l' acqua*; mentre ſe s'intenderà il fondo di un fiume, quanto ſi voglia inclinato AD, e che venghi gravato dal peſo dell'acqua nel punto B in ragione di BE, è manifeſto per la Statica, che il fondo reſta premuto dall'acqua, quanto porta la perpendicolare EC, come appunto reſterebbe aggravato, ſe l'acqua in vece di correre, ſi ſupponeſſe aggiacciata; nè la velocità de' filamenti dell' acqua che ſi fa ſecondo una direzione parallela al fondo può in conto alcuno imprimere nel medeſimo un maggior impulſo. Tanto pur ſi rileva nel capo ſeſto, propoſizione 38 del movimento delle acque del P. Abate Grandi. Il Capitolo 6 del Michelini nè eſſo pur regge, come appoggiato al Capitolo 4, dimoſtrato che ſi è contrario alle vere regole della Statica; così parimenti il Capitolo 15 non può ſuſſiſtere per la medeſima ragione, ed in tanto l'argine dalla parte del maggior fondo, che nella figura di eſſo Michelini TAV. VI. Fig. 2.

CAP. X. chelini è il CD, può reſtar corroſo, in quanto che più alto del ſuo oppoſto, ſoffre maggior peſo dall' acqua, e d'ordinario avrà il filone poco da sè diſcoſto; onde qualunque impedimento che riſalti fuori del medeſimo argine, può facilmente produrre la corroſione, come ſi è provato al numero VI di queſto, e perciò il fiume potrà nella ſuppoſizione del detto Autore perdere la prima tendenza retta, e renderſi incurvato e fleſſuoſo.

XXVIII.

Paſſando eſſo Michelini a trattar de' ripari per la regolazione dell' acque correnti, ſtabiliſce ne' Capitoli 23 e 24 del ſopradetto Trattato, che *i pignoni triangolari, che dall' argine pendono a ſcarpa verſo il mezzo del fiume, poſſino fare una valida reſiſtenza*. Ricerca i vantaggi che recar poſſono col fondamento delle dottrine da eſſo allegate, ma queſte avendo per baſe alcuni principj manifeſtamente inadmiſſibili, convien rintracciarne altronde l'utile che apportano, e determinarne ſe poſſibil fia, il grado ed il valore. Io ſuppongo in primo luogo formati già queſti penelli, o pignoni con pali, che piantati alla diſteſa in due o tre linee, ed interſecati da altri pali, vengono a formare varj ſpazj riquadrati, da riempirſi poſcia di ſaſſo o di altra materia peſante. Suppongo in ſecondo luogo, che i detti pali ſiano e conficcati in eguali diſtanze fra di loro, ed egualmente groſſi e peſanti, e che il terreno ove ſono fitti ſia di una eguale reſiſtenza, ed orizontale; in terzo luogo, che tutto lo sforzo, che in uno de' pali può produrre l'acqua, ſi conſideri come rammaſſato in un ſolo punto, in cui tanta debba eſſer la reſiſtenza, quanta di tutti gli altri aſſieme del detto palo, vale a dire, che queſto sforzo ſi faccia in un ſito tale, e con tal grado di forza, che vaglia ad agire contro del palo, come l'unione delle forze particolari di tutti gli acquei filamenti che realmente lo percuotono, qual impeto ſopra di quel tal punto ſi potrà chiamar *medio*. Sia pertanto da cercarſi nella data lunghezza AG, ove ſtanno piantati i pali di un pignone, che hanno l' altezza eſpoſta alla corrente dell' acqua BD per il ſito B; che ciaſcuna parte del riparo o penello AEDFG poſſa reſiſtere egualmente all' urto dell' acqua. Sia HC*c* la linea eſprimente le velocità reſpettive, di maniera che dal punto B conducendo l' ordinata BC dinoti queſta la velocità competente a queſto punto, o per dir meglio, l'unione

TAV. VI. Fig. 3.

ne di tutte quelle che vanno a ferire il palo corrispondente, e così ogni altra ordinata, rispetto ad ogni altro respettivo punto. Si chiami $AB=x$, $BD=z$, $BC=y$, e sia l'equazione della curva delle velocità $x=y^m$, essendo m un qualunque numero intiero o rotto da determinarsi da' fenomeni, secondo cioè i varj gradi delle velocità decrescenti, a misura che si recede dal filone dell'acqua; $AE=a$, che sarà il primo palo accanto della riva. Il momento con cui resiste ciascuna parte $BD\,db$ infinitesima del palo e del penello, è come il quadrato della velocità, moltiplicato nello spazietto infinitamente piccolo $BD\,db$, che però sarà $yyz\,dx=$ ad una costante per la supposizione, facendo dx costante, e sostituendo in vece di yy il suo valore $x^{\frac{2}{m}}$ sarà $x^{\frac{2}{m}}\,dz\,dx+\frac{2}{m}z\,x^{\frac{2-m}{m}}\,dx\,x=0$, che si riduce a $-\frac{dz}{z}=\frac{2dx}{mx}$, ed integrando $m\,l\,a-m\,l\,z=2\,l\,x$, ovvero per salvare la legge degli omogenei $\frac{a^{3m}}{z^m}=xx$, ed $a^{3m}=z^m\,xx$ equazione generale della curva ricercata EF., che determinerà l'andamento delle altezze del riparo. Senza differenziali si può ottenere lo stesso, supposte le stesse cose. Sia dunque da determinarsi le altezze de' pali, acciò ricevino eguali impressioni dal corso dell'acqua. L'azione dell'acqua sarà come yyz (fatta y la velocità media che opera sopra $BD=z$) la quale dev'essere costante da per tutto, dunque $yyz=a^3$ ma $yy=x^{\frac{2}{m}}$ dunque $x^{\frac{2}{m}}z=a^3$, ovvero $xxz^m=a^{3m}$ come sopra.

XXIX.

Corollario. Se $m=-2$, allora HC sarà un' iperbola del secondo grado, e la curva EF diverrà una retta linea, la quale però non potrà mai unirsi al fondo G, ma avrà un *minimo* FG di una data quantità. Se $m=\frac{1}{2}$ cioè quando HC fosse una parabola, la di cui ordinata AB, allora EF sarà un' iperbola del quarto grado. E se $m=2$ sarà HC una parabola, di cui l'ordinata BC, e la EF sarà in tal caso un' iperbola quadrato-quadratica. Credo per tanto, che il maggior vantaggio che si possa ricavare da tali ripari, consista nel poterli fare da per tutto egualmente resistenti a petto dell' impulso dell' acqua, abbassando i

CAP. X. pali con certa legge verso la loro parte estrema FG, e non già come si persuade il Michelini, perchè col mezzo de' loro angoli acuti con la corrente dell' acqua facendo molente e deposizioni dalla parte di sopra, siano valevoli a rovesciare le acque dalla parte opposta, ciò venendo operato dal semplice ostacolo, onde si dirige a quella parte l'acqua, e mai per l'alzamento che quivi possa acquistare il fondo, tanto più che nè essa molente, nè esse deposizioni succedono, com' egli si avvisa, per quanto ci costa dalla pratica osservazione registrata al numero XXII di questo, e dalla induzione teorica esposta al num. VII parimenti di questo Capitolo.

XXX.

Scolio. Contuttociò difficilmente, e forse mai si potrebbe dall' arte, quantunque espertissima, piantare un penello, che avesse veramente le suddette condizioni, onde sarà piuttosto ipotetica, che vera e reale infatto la precedente proposizione, essendo ben chiaro da vedere, che nè i pali possono essere egualmente fitti, nè il terreno egualmente resistente, per tacere di molte altre circostanze tanto intrinseche, che estrinseche a' medesimi penelli in riguardo della forza dell'acqua, che li viene a percuotere, ed a' vortici, che a loro pregiudizio possono andarsi eccitando. In oltre, non sempre i penelli si fanno con palificate, ma sovvente anco di muro, e di macigni disposti in linee, e che vengono a formare una specie di traversa a i fiumi, e questi, come assai facilmente può comprendersi, possono resistere ben diversamente di quello far possono le palificate. Sarà dunque opportuno di avvanzare le considerazioni ancora sopra di questi, per ridurre poscia il tutto possibilmente all' uso, ch' è quanto ricerca il ben Pubblico, ed esigge la buona direzione delle acque. Si esaminerà dunque ne' numeri seguenti quanto appartiene alle resistenze de' solidi o sciolti, o collegati assieme co' quali si difendono le rive de' fiumi, e si considereranno in oltre le resistenze di qualunque sorte di palificata, come pure si pondererà la forza di que' ripari, che per esser composti e di palificate, e di macigni, si potranno chiamare ripari *misti*.

XXXI.

Lemma. Sia una leva AD convertibile intorno all' appoggio A, ed a questa siano applicate due potenze, la prima che la

prema

prema ſecondo AL, ma con difforme grado di forza, di modo che queſta abbia un *maſſimo* in A, ed un *minimo* in Z, e reſti eſpreſſa per la curva MNZ, le di cui ordinate eſponghino reſpettivamente i gradi della forza competente a quel tal punto, ſopra di cui inſiſtono. Parimenti il rimanente dalla leva LD venghi ſpinto in ſenſo contrario, ſecondo tutta queſta lunghezza da un' altra forza, di grado pur variante, applicata come ſopra, e che ſi eſponga per la curva GO, che pur abbia un *minimo* DO ed un *maſſimo* LG. Con le ordinarie regole della Geometria ſi quadrino le aree di queſte curve, e ſi formino reſpettivamente due rettangoli PALK, LDIT, che abbino le baſi pur reſpettivamente eguali alle AL, LD, connotanti la lunghezza della leva deſtinata a ricever le predette impreſſioni di dette due forze contrarie: Se dal punto ove il lato PK taglia la curva MNZ ſi laſcierà cadere NB, queſta equivalerà alla forza media, e dinoterà il punto o centro dell'impreſſione di eſſa, dimodochè applicando la forza F al punto B, ſuccederà lo ſteſſo, come ſuccedeva per l'azione di tutte le dette forze applicate ſecondo tutta la lunghezza AL. Tanto accaderà dall' altra parte, quadrando l'area della curva GODL, e formando il rettangolo LTID eguale alla dett' area, mentre dove il lato TI taglierà la curva in H, ſarà queſto il punto, da cui cadendo la perpendicolare CH alla leva AD eſprimerà la forza media, e la potenza E applicata normalmente in C, produrrà lo ſteſſo effetto, quando ſia eguale alla CH, come l'intiera forza applicata alla LD. Facendoſi dunque come la potenza F alla potenza E, così la diſtanza AC alla diſtanza AB, reſteranno eſſe due potenze in equilibrio, e per poco che ſi accreſca o il momento della potenza E, oppure la diſtanza AC, reſteranno eſſe potenze sbilanciate, e potrà la E ſuperare la F.

CAP. X. TAV. VI. Fig. 4.

XXXII.

Riducendo la propoſizione alla meccanica della reſiſtenza che far poſſono i pali piantati ne' fondi de' fiumi e canali per la coſtruzione de' penelli, paradori, o qualunque altr' opera poſta a difeſa delle rive, intendaſi DA tutta l'altezza di eſſo palo, fitto in terra ſino in L, cioè per tutta la LA, onde la LD ſia l'altezza dell' acqua che lo viene ad urtare da X in C ſecondo la direzione XC, quando eſſo palo foſſe tutto ſott' acqua.

TAV. VI. Fig. 5.

CAP. X. E perche le impreſſioni dell' acqua ſopra di LD ſi sforzano di levarlo dal perpendicolo ed abbatterlo, nè quando ciò ſuccedeſſe potendoſi effettuare ſenza ch' egli deſcriva un arco intorno al centro A, queſto punto per tanto potrà concepirſi come una ſpecie di appoggio, e tutta la lunghezza del palo, come una leva convertibile intorno di queſto centro A, ch' è il caſo del Lemma del numero precedente. La reſiſtenza del terreno, e l'azione dell' acqua vengono a formare le due potenze applicate in ſenſo contrario; conſiſte la reſiſtenza nel doverſi ſuperare la tenacità del terreno, ed il peſo del medeſimo, il quale rieſce maggiore, più che al punto A ſi accoſta, ma quivi il moto è nullo o inſenſibile, e maggiore a miſura dello avvicinarſi al punto L, ove è maſſimo, per rapporto alla tenacità e peſo predetti, ma quivi gionto il peſo del terreno è nullo o inſenſibile; reſtano per tanto dal più al meno bilanciate in modo queſte reſiſtenze, che la curva che le potrà eſprimere ſarà piuttoſto la *l* N *m*, che la LNM; qualunque però ſia queſta, dinoti la BN la reſiſtenza *media* ritrovata come nel numero precedente, e la forza *media* dell' acqua ſia HC, ſeguirà, che le azioni attiva e paſſiva di queſte potenze faranno perfettamente eguali alla reazione delle medeſime, ogni qualvolta ſi verifichi l' analogia delle diſtanze reciproche dall' appoggio A, e ſaranno maggiori, o minori tutte le volte che ſi varieranno le dette diſtanze, e perchè conficcandoſi di più il palo, creſcono le reſiſtenze, ed il punto B centro di eſſe, più ſi viene ad accoſtare al centro A, ne ſegue, che più reſiſterà alla corrente un palo, che un altro, purchè il primo ſia più fitto del ſecondo; e nella ſteſſa maniera, variandoſi l' altezza dell' acqua DL, ſenza che reſti alterata la fittura LA, ſi verrà a render o più debole, o più forte la reſiſtenza per eſſere ſvelto; dal che ne naſce, che quanto maggiormente il palo reſterà ſopra terra, ed avrà maggior ſpazio da eſſer percoſſo dall'acqua, rimarrà eſſo con maggior debolezza, e ſarà con altrettanta facilità dalla forza dell' acqua abbattuto; e per lo contrario, quanto maggiormente ſarà piantato ſotto terra, ed avrà meno altezza eſpoſta alla correntìa dell' acqua, avrà egli maggior forza da reſiſtere ad eſſer ſmoſſo dal ſuo luogo.

I pali

CAP. X. TAV. VI. Fig. 6.

XXXIII.

I pali EL, CD, MQ, ſiano conficcati nel terreno della ſponda o fondo di un fiume YY. ſino in L; D; Q; e l'acqua corrente da R verſo K abbia l'altezza IZ; il palo CD ſia piantato perpendicolarmente al corſo del fiume, e gli altri due EL, MQ obliquamente; ſi ricerca, ſuppoſta egual fittura de' medeſimi pali nella ſteſſa tenacità di terreno, e che per conſeguenza abbino eſſi una egual reſiſtenza, quali impreſſioni ſiano per ricevere dall' impeto dell'acqua; Conducaſi la AB perpendicolare al palo CD, e facciaſi queſta eguale alla velocità *media* dell'acqua; dipoi alla medeſima AB ſi conduchino parallele, ed eguali le GF, PN; La prima al palo EL; la ſeconda al palo MQ, eſprimeranno eſſe pure le velocità *medie*, con le quali la detta acqua viene a ferire ancora queſti pali obliquamente piantati; da' punti F, ed N s'inalzino le perpendicolari a' pali FH; NO; e da' punti G; P; le parallele all' aſse degli ſteſſi pali, GH; PO; dinoteranno le HF, ON le velocità reſpettive, con le quali dall'acqua corrente vengono percoſſi i pali EL, MQ, e gl'impeti che produrranno ſaranno come i quadrati di HF; ON, onde reſta manifeſto, che il palo perpendicolare CD deve reggere all'impeto di AB, e che ſe la di lui fittura foſſe di minor momento di detta forza, verrebbe egli abbattuto; ma gli altri pali obliqui non devono reggere che agli impeti delle HF, ON, minori di GF o PN o AB; quindi le impreſſioni fatte ſopra pali egualmente piantati in terreno, ma variamente inclinati, ſaranno come i quadrati del ſeno dell'inclinazione de' pali, riſpetto al corſo, dell'acqua, eſſendochè HF è il ſeno dell'angolo HGF eguale all'angolo KTZ, intendendoſi però le impreſſioni proporzionali alle forze dell'acqua, ed eſſa forza proporzionale all'impeto.

XXXIV.

Coroll. Quindi ne deriva ricever minor impreſſione dall'acqua i pali obliquamente piantati, che i perpendicolarmente fitti alla corrente parchè ſi concepiſca che queſta, urtato che abbia, poſſa iſtantaneamente ſottrarſi, e dar luogo alla ſopraveniente, nè a queſta formar impedimento alcuno; al che può eſſere che alludeſſe il Montanari, quando preferiva alle palificate a piombo, le inclinate con i pali ficcati come EL, conoſcendole come più reſiſtenti e valevoli ad impedire la produzione de' vortici tan-

CAP. X. tanto dannosi alla consistenza delle rive di ogni fiume: Ben è vero che l' impedire i vortici dipende da altre cagioni, oltre l'allegata delle impressioni oblique; forsi uno de' maggiori vantaggi di tali palificate sarebbe quello della facilità, che avrebbe l'acqua di sottrarsi dall' urto, dopo seguita la percossa. Può anco dirsi che intanto i pali fitti obliquamente siano di maggior resistenza, inquanto che volendosi muovere un palo così piantato, non solamente bisogna superare la resistenza nata dalla tenacità del terreno, ma ancora il peso di quella materia, che giace sopra del palo, e premuto lo tiene. Ma la difficoltà maggiore a chi volesse servirsi di simili ripari, sarebbe circa al modo di piantarli, conciosiacchè dovendosi ficcare i pali a forza di percussioni fatte da un grave cadente dentro certo regolatore di legno, sarebbero desse assai più languide, se questo grave cader dovesse per un piano inclinato, piuttosto che a piombo, ciò non ostante una maggior gravità, che si desse al peso del battipalo, potrebbe in qualche modo supplire all'esigenza, quando tali difese si volessero da taluno piantare. Il Montanari predetto, come quello, che ben conobbe la difficoltà di piantar i pali inclinati talmente, ch'essi e stessero testa con testa, e fossero sì lunghi, che atteśa l'obliquità del conficcarli, pur anco riuscissero a quell' altezza, che fosse necessaria a difesa delle rive, pensò ad un'altra foggia di riparo, che lo stesso effetto producesse, mediante certi Tavoloni da esser collocati in declive sopra due o tre linee di basse palificate piantate a piombo. Se ne espresse chiaramente in quella sua erudita egualmente, che dotta Scrittura esibita a Venezia per l' affare del Sile ne' termini seguenti al §. *Vengo hora all'intestatura* ec. verso il fine. *Del resto quanto al far penello, che ajuti l'acque a voltarsi nell'imboccatura, io per mio riverentissimo senso ne farei poco caso, in riguardo non tanto della difficoltà di praticarlo in que' fondi sì grandi, perchè questa non è insuperabile, quanto perchè ogni volta che sia chiusa l'intestatura, l'acque da se volteranno verso dove troveranno la strada, ma stimo bensì conferente l'armare di buoni tavoloni a scarpa la riva del Taglio nuovo appresso l'imboccatura con pali sotto l' armatura per maggior fortezza ed appoggio delle tavole, essendo questo il luogo, che sarà più esposto alle correnti, e per mio senso in questa piegatura questa armatura di tavole a scarpa alle rive opposte alle correnti è il più sicuro difensivo, che possa applicarsi.* Così il Montanari: Vuole dunque nel fiume LM per opporsi alla corrosione

AG,

AG, dopo piantata la palificata alta quanto foſſe il biſogno, GHIK, ed un'altra ſotto dell'eſtremità CD formarvi ſopra in declive il Tavolato BCDA da eſſer ben aſſicurato ſopra de' travi, che ſi ſcorgono da G in A, qual Tavolato ogni qualvolta riuſciſſe troppo lungo ſi potrà interrompere con un filo FE, collocato però in modo che niun oſtacolo faccia al corſo dell'acqua; Si è in queſta figura laſciato ſenza tavoloni da BA ſino in F perchè ſi veda l'orditura interna. Veramente la propoſizione, che io ſappia, non è ſtata poſta in uſo, ſembra per altro ella aſſai ragionevole almeno ne' fiumi di non molta violenza, quando però l'eſtremità CED poſſa reſtar immerſa ſott' acqua in maniera che non laſci battere il vivo del corſo ne' pali poſti a piombo, che la ſoſtengono. CAP. X. TAV. VI. Fig. 7.

XXXV.

Se ad un palo BFED fitto per l'altezza ED nel terreno NM, ne ſarà piantato un'altro contiguo ed eguale ad eſſo nella medeſima linea della direzione dell'acqua, coſicchè reſti dal primo coperto, nè riceva l'urto di eſſa, e s'intenda che ogni punto del primo della linea di ſua ſuperficie tirata dall' alto al baſſo tocchi ogni punto omologo della linea dell'altro, che pur dovrà eſſer egualmente fitto, ſe l'acqua urterà nel primo BD, reſtando come ſi è detto il ſecondo AC coperto, diventerà la reſiſtenza di BD doppia di quello era prima: concioſſiachè queſto ſecondo palo facendo l'ufizio d'appoggio del primo, verrà deſſo a premerlo appunto per quanta è l'impreſſione dell' acqua, onde il reſiduo fra l'impreſſione e la reſiſtenza ſarà eguale, e nel primo e nel ſecondo; ma queſto reſiduo è appunto ciò, che reſiſte all' acqua. Se dunque ſi uniranno aſſieme queſti due reſidui eguali, ſi avrà l'intiera reſiſtenza, o forza contraria, con cui il palo BD reſiſte al corſo dell' acqua equivalente al doppio della forza, con cui reſiſterebbe, ſe il detto palo BD, foſſe ſolo. TAV. VI. Fig. 8.

XXXVI.

Coroll. Dal che procede, che moltiplicando l'impianto de'pali nel modo ſopradetto, cioè uno contiguo all' altro, ſi verrà a raddoppiare le reſiſtenze a miſura del numero di pali, contuttociò le condizioni che ſi ricercano ſono troppo preciſe, perchè reggano in effetto alla pratica, sì per quello riguarda il piantarli egual-

CAP. X.

gualmente, alche ſi contrappone e la varia qualità del terreno, e la deforme groſſezza de' pali medeſimi, sì per quello ſpetta al contatto, che ſi ſuppone quaſi perfetto, anzi perchè la propoſizione ſi debba verificare, conviene talmente concepirli uno preſſo dell'altro, che ſenza conſiderare il cedere, che le loro parti vicendevolmente poſſono fare, deve ciaſcuna porzione del palo BD ſpinta che ſia, premere ſopra del palo AC, come ſe i due pali foſſero un ſolo corpo continovo, coſe quaſi tutte impoſſibili a ridurſi all'atto pratico.

XXXVII.

TAV. VI. Fig. 9.

Per fortificare il palo AC confitto nel fondo di un fiume per l' altezza DC, con l' acqua alta come DK, ſi uſa talvolta di piantare un altro palo BL obliquamente al primo, di modo che ineſtato in B col primo non poſſi AC mediante queſto appoggio cedere all'impeto dell' acqua proveniente ſecondo la direzione VK, ſenza che ceder anco non debba eſſo palo LB, chiamato nel Poleſine ſpecialmente, *Orbone*. Eſprima GE parallela al pelo dell'acqua VI, la velocità della ſteſsa per urtare in queſte reſiſtenze; ſi conduchi GF parallela al palo HB, ed FE a queſto perpendicolare, le quali s'incontreranno nel punto F, ſarà la FE la velocità dell' acqua per iſmuovere LB dal ſuo ſito o pure, ch'è lo ſteſso, ſarà la velocità relativa dell'acqua, con cui eſsa può far impreſſione contro il detto appoggio BL. La GF dinoterà la reſiſtenza per non cedere, che ha eſso palo ſecondo la direzione HB, ogni qualvolta cedendo AC all' impulſo di VK, ſi veniſse AC ad inclinare verſo le parti G. Perchè dunque l'azione dev' eſser eguale alla reazione, però GE rappreſenterà non ſolamente la velocità, che ha l' acqua ſopra di queſto palo, ma ancora, come ſi è detto, la preciſa reſiſtenza, che viene ad eſſer impiegata dall'appoggio BL per non cedere. Eſſa GE ſi riſolve, come è noto, nelle due laterali GF, FE, e la FE dinota la reſiſtenza, che impiega per non eſſer ſmoſſo dal ſuo ſito ſecondo la FE, e la GF quella di non cedere ſecondo la HB, che è quella, che dipende dalla tenacità del terreno, in cui ſta fiſſo il palo, che opera appunto in ſenſo contrario a queſta forza GF, reſta per tanto manifeſto, quanto fu propoſto.

Per-

XXXVIII.

CAP. X.

Perchè poscia non è così facile l'assicurare i pali così obliquamente piantati, ficchè non restino deboli, ed esposti a cedere all'impressione, che vi può fare AC, pressato dall'incessante urto dell'acqua, pertanto in pratica vi si suppliſce coll'impianto di alcune punte di pali o terraficoli PL, PL uno per parte dell'*orbone*; questi conficcati perpendicolarmente verso la punta L, a qualche distanza però da questa, viene poi raccomandato a' medesimi col mezzo ancora di qualche palo trasversale, che riduce esso *orbone* come in una morsa, accrescendosi con tal modo di molto il di lui resistere, e per conseguenza rimane sempre più assicurato il palo AC. Senza un tal ripiego ne' gran corsi dell' acqua, nel caso principalmente di doversi chiudere qualche rotta, o intestar qualche ramo di fiume, non potrebbe forsi l'arte superar l'impeto dell'acqua: La principal attenzione deve essere nel ben innestare la testa B nel palo AC, e nel ben assicurare con i terraficoli PL, la positura dell'*orbone*.

XXXIX.

E perchè molto può contribuire alla sussistenza del palo AC il preciso sito dell'immorsatura B, vi sono da fare alcune considerazioni per determinare il punto più congruo, onde ottenerla. Il palo AC fitto che sia sotto il fondo del fiume per la profondità DC, essendo spinto dall'acqua per tutta l'altezza DK, viene nel caso di esser sostentato dall'appoggio BL a fare l'uficio di una leva con due appoggi, uno in D e l'altro in K, e la potenza verrà a riuscire nel centro dell'azione che sia v. gr. in Z. E' manifesto che avvicinando noi l' appoggio B al Z, minor impressione potrà fare l'acqua sopra di AC; cosicchè, se in parità di circostanze potessimo far cadere B in Z, allora si resisterebbe nella più forte maniera possibile da LB, alla detta impressione fatta sopra di AC, ma ciò eseguir non si potrebbe senza render più breve FE ed accrescere GF, vale a dire, senza diminuire la resistenza che ha BL per cedere secondo la direzione BL, aumentandosi per altro la forza di resistere all'esser levato secondo la direzione FE, ma ricercandosi, perchè succeda l'equilibrio, che resti molto conficcato e s'interni nel terreno L, se l'angolo in H riesce troppo ottuso, di modo che la punta di BL, benchè molto si figesse, non anderebbe gran fatto sotto del fondo, quindi

TAV. VI. Fig. 9.

CAP. X. riuſcirebbe pur anco debole l'azione di queſto appoggio, onde ſarà ſempre maggior vantaggio, che la teſta B ſia in qualche diſtanza da Z, perchè l'impianto dell'*orbone* poſſa riuſcire più forte, ed incirca, ſe il triangolo CBR averà i lati CB, CR eguali, o il CR non molto maggiore di CB, riuſcirà il palo AC a ſufficienza fiancheggiato dall'*orbone* LB, ilchè ſi può dimoſtrare nel modo che ſegue. Sia BK il palo fitto; LB l'orbone, e ſiano condotte CB, CL, cioè la prima perpendicolare al palo, e CL normale a queſta. La forza di LB ſi riſolve nelle due BC, CL, delle quali la prima BC fa che BL non poſſa eſſer levato e dimori immobile nel punto L. La CL impediſce che BL non ſi profondi di vantaggio. Tutte queſte azioni ſono neceſſarie perchè conſervi la di lui poſizione: dunque ſarà allora reſiſtente quanto più potrà, quando la ſomma di queſte ſarà la più grande: ma ciò ſuccede quando CL, ſarà eguale a CB, cioè quando l'angolo LBK, ſarà ſemiretto. Dunque ec.

TAV. VI. Fig. 10.

X L.

In altro modo ancora vengono da taluni collocati i pali di appoggio oltre della poſitura predetta. Sia l'argine di un fiume NLMK, il fondo di eſſo fiume KD, il palo ficcato verticalmente AO, e ne ſia un'altro EB aſſicurato nell'alto dell'argine in modo, che la di lui punta E rieſca più alta della teſta, ed immorſatura B riſpetto al pelo del fiume, come eſprime la figura. Esponendoſi come nel numero XXXVII. la velocità dell'acqua per la GI, dinoterà il quadrato della IH l'impreſſione, che queſto appoggio riceve dall'impulſo che gli fa AO preſſato dal conato de' filamenti acquei, ed il quadrato di GH rimarcherà la reſiſtenza che gli fa il terreno dell'argine, perchè non venghi dalla preſſione di AO ulteriormente ſpinto a conficcarſi ſecondo la direzione FE, e venghi ſmoſſo per conſeguenza dall'appoggiare con tutta la ſua forza il palo verticale AO. Si potrebbe anche dire, che EB reſiſte a due movimenti uno verticale e l'altro orizontale; La reſiſtenza per l'uno e per l'altro è proporzionale, e alla tenacità dell'argine, e alla quantità della materia, che ſi dee muovere, in movendoſi EB. Preſcindendo dunque dalla robuſtezza ed inclinazione di queſto palo, mediante le quali ſenza riflettere ad altre circoſtanze pare che poſſi dare gli ſteſſi vantaggi dell'*orbone*, conſideratoſi al numero XXXVII. e ſeguenti, rieſce queſto

TAV. VI. Fig. 11.

sto assai inferiore di forza al primo, ed in qualche incontro anche dannoso all'argine, mentre oltre alla difficoltà, che s'incontra nel piantarlo nella detta positura, ed alla minor resistenza, che ha sempre il terreno dell'argine rispetto a quello del fondo del fiume, accade, che non adoperandosi questa sorte di appoggi, se non dove l'argine è soggetto alla corrosione, ed ove l'acqua vi striscia col suo filone, ne proviene, che da qualunque leggier ostacolo possa essa venir posta in vortici, scalzando il palo AO, e debilitandolo in modo, sicchè anche il palo EB pochissima difesa vaglia a prestare, ed anzi smovendosi dal suo sito AO, e seco traendo EB, sarà per debilitare anco l'argine. Se EB fosse collocato orizontalmente, resisterebbe egli con la forza assoluta GI, e l'argine, cadendo la punta E più verso la base di esso, meno sarebbe tormentato, ed ancor meno se fosse talmente l'appoggio inchinato, cosicchè la punta E fosse più verso la superficie del fiume della testa B, ed allora sarebbe più l'ufizio di *orbone*, che di *contena*, come chiamano i pratici questo appoggio. Altro difetto, e questo considerabilissimo, ritiene questa difesa, ed è, che restando impiantato il palo FE, dove l'acqua vi arriva rare volte, asciuttandosi l'argine, rimane la punta FE così debolmente assicurata dalla terra, che a poco o nulla può servire; resta pertanto da concludere imperfetti essere questi appoggi, e tanto più esserlo, quanto che il loro impianto riesce più alto dell'orizonte dell'acqua. CAP. X.

XLI.

Per resistenza di un corpo solido, si vuol intendere in questo luogo, quella, con cui regge per non esser infranto da una potenza, fitto che egli sia immobilmente in un altro corpo infinitamente più resistente di esso, come se in grazia di esempio il palo BC sia piantato in C, in maniera che non possa da alcuna forza esser svelto secondo la direzione CB, bensì rotto fra C e B da una potenza applicata in B, ovvero anche in qualche altro punto fra B, ed A, come sarebbe dal peso P, che mediante la girella D sforzi BC in modo però da non poterlo spezzare, nè meno far crollare allorchè esso peso P venga accresciuto. Sia dunque per suppositione il peso P in perfetto equilibrio con la resistenza di BC, si potrà esso peso P talmente accrescere, cosicchè venghi il palo smosso o rotto fra C e B. Con TAV. VI. Fig. 12.

CAP. X. lo ſperimento adunque ſi indaghi qual peſo o forza ſia neceſsaria perchè CB ſia reſo inutile, attaccata che foſse la fune DB al centro della reſiſtenza, e rilevata la quantità di queſto peſo così accreſciuto ſi verrà in cognizione, nota che ſia la velocità ed altezza dell'acqua, del grado della reſiſtenza, che ſarà per fare il palo, conficcato ad una nota profondità. Per dedurre poſcia il momento delle collegazioni de' corpi, data che ſia la legge delle reſiſtenze, ſarà aſsai facile il rilevare la diformità delle medeſime a miſura delle groſſezze de' corpi in quiſtione; generalmente ſi può ſtabilire ne' corpi omogenei di materia, e ſimili di figura, che creſcano le forze del reſiſtere, o decreſcano nella ragione de' cubi de' diametri di eſſi corpi, quando la potenza venghi applicata in egual diſtanza dall'appoggio.

XLII.

TAV. VI. Fig. 13. Altra ſorta di forze per reſiſtere poſſono avere i ſolidi, oltre quella, che può naſcere dal proprio peſo. Sia il ſolido CIKD liſcio nella di lui ſuperficie CD, a queſto vi ſopraſti un'altro ſolido AGHB, che reſti unito al primo mediante un perno di ferro o di qualunque altro metallo EF; Sia da inveſtigarſi il momento della di lui coerenza, per potervi contraporre una forza valevole ad iſvellerlo; ciò può effettuarſi in due maniere, o eſtraendolo ſecondo la direzione dell'aſſe del perno FE, oppure obbliquamente a queſto traendolo: Se nel primo caſo, converrà impiegarvi tutta quella forza, che vaglia a ſuperare l'adeſione o coerenza della ſuperficie di eſſo chiodo più il peſo aſsoluto di GB, cioè la forza dovrà ſuperare tutto il momento di eſſa adeſione e del peſo aſsoluto predetto; ma dovendo levare GB dal ſito in cui poſa, ſarà di meſtieri impiegarvi una forza capace di ſuperare non ſolamente tutta la reſiſtenza del perno per eſser ſpezzato, ma ancora l'adeſione fatta dal ſolido GB ſopra del piano CD, la quale varia ſecondo che la ſcabrizie dei due piani combaciantiſi è maggiore, o minore; e detta forza verrà pure diverſificata a norma dell'applicazione, che di eſsa verrà fatta con direzione o parallela, o obliqua a' corpi da muoverſi e da ſpezzarſi. Se niun perno vi foſse, le oſservazioni dell'Amontons, regiſtrate negli Atti dell'Accademia delle Scienze per l'anno *1699* moſtrano, che le reſiſtenze di un corpo, che con uno de' ſuoi piani ſtriſcii ſopra di un altro, ſiano a un di preſso in ragione

ne di un terzo della compreſſione che naſce dal loro peſo aſſoluto, niente contando l' eſteſa più o meno della ſuperficie combaciante: ogni qualvolta dunque ſi uniſchino queſti due ſolidi mediante il detto perno o chiodo, valerà lo ſteſſo, come ſe di peſo molto maggiore diveniſſe il ſolido comprimente GB, coſichè ritrovando un peſo equivalente a tutta la tenacità, con cui ſtanno uniti, ſarà d'uopo per ſvellerli o ſmoverli, non ſolamente vincere la reſiſtenza del perno o chiodo, ma ancora di ſuperare un terzo del peſo di quello, che gravita ſopra dell' inferiore. CAP. X.

XLIII.

Corollario. E' manifeſto da ciò il grande incremento di forza, che vengono ad acquiſtare i pali collegati aſſieme, quando ſiano uniti con chiodi di ferro, o cavicchj ben forti di legno. Egli è ben però vero, che per iſvellere queſte collegazioni applicandoſi le potenze col mezzo di qualche ſpecie di leva, come fa v. g. l' acqua in urtando e percotendo una palificata, ſe il centro della reſiſtenza verrà a riuſcire in qualche ſenſibile diſtanza dal centro ove viene applicata la forza, in tal caſo, creſcendo aſſai la potenza predetta, ha uopo la reſiſtenza di cedere con aſſai meno di difficoltà di quello farebbe, ſe la medeſima potenza veniſſe applicata immediatamente al ſito della fittura de' pali.

XLIV.

Scolio. Se dunque l' unione de' pali, mediante le traverſe e catene, ſerve ad accreſcer a' ripari le reſiſtenze, e renderli più forti, ne proviene, che quanto più ſaranno queſte, più difficilmente reſteranno ſconcertati dall' azione dell' acqua; quando però abbiaſi da operare contro di un corſo di queſta molto gagliardo, non potranno baſtare le ſemplici palificate, qualor queſte a guiſa di penelli ſi eſtendino verſo il filone del fiume, ma converrà raddoppiarle ed anco triplicarle, col piantar due o tre linee di pali parallele, indi interſecarle con traverſe, ed accompagnarle con chiavi, avvertendo di aſſicurar ogni palo con un chiodo proporzionato alla chiave medeſima. Se il palo ſi rimane molto ſopra acqua ed eſpoſto in conſeguenza, ſpecialmente ne' creſcimenti del fiume, a ſoffrir molto dalla ſteſſa, ſi come ſi è detto al numero XXXII di queſto, ſi potrà replicare

un

CAP. X. un altra chiave che leghi più ſotto della prima i pali, e li renda più forti; dipoi ſarà ogni cinque o ſei paſſi da interſecar, come ſi è accennato, le dette linee di palificate con catene immorſate nelle chiavi, e con ciò tanto più gagliardamente reſiſteranno, quando ſiano aſſicurate da chioderìe ne' luoghi opportuni, ed in tal modo la palificata verrà a reſtar diviſa, come in tante caſſe, le quali poſcia dovranno eſſer riempite di qualche materia grave, perchè il riparo non ſolamente reſiſti per eſſer ben piantato nel terreno del fondo, e ben concatenato con chiavi e catene, ma ancora per il peſo de' materiali delle caſſe predette, del che ſi dirà quando caderà la conſiderazione ſopra i varj generi di ripari, che ſi poſſono uſare contro le acque correnti.

XLV.

Sono ſtate fin ora conſiderate le reſiſtenze che provengono da' ripari, che nelle acque correnti ſi fanno, col mezzo delle palificate, cioè a dire, coll' accreſcer queſte forze, e ſervirſi delle più alte fitture di pali, e delle collegazioni, che poſſono loro darſi con le catene, chiavi, e chioderìe. Si conſidererà adeſſo quelle altre difeſe, che ſi fanno coll'uſo de' corpi gravi, il momento de' quali venga a riuſcire maggiore delle forze, che imprimer vi poſſa l' acqua corrente. Sia il corpo parallelipipedo ACDEFG, e ſiano propoſte le due linee N ed M, ch' eſprimino la ragione del peſo di queſto corpo al peſo di un altro ſimile e della medeſima materia compoſto KLQPOHI, ovvero, ch' è lo ſteſſo, che ſiano come la mole del primo alla mole del ſecondo. A norma dunque che o l'altezza, o la larghezza, o la lunghezza del corpo HQ s'intenderanno variarſi, ne riſulteranno ancora le varie grandezze in mole, che potrà avere eſſo corpo, quando ſecondo l'ipoteſi abbia ſempre a conſervare la ragione di M ad N. Poniamo data la ſola KL, oltre le dimenſioni pur date del corpo CF; Se fra gli aſintoti *ba*, *ae* ſarà deſcritta l'iperbola *cf* tale, che fatta *ad* quarta proporzionale alle N; M, e all'altezza del corpo dato DE, come pure la *dc* = *ab* quarta proporzionale alla data KL larghezza della baſe del corpo, di cui la mole ſi ricerca, alla larghezza CD del dato corpo, ed all' altezza di eſſo AC, eſprimeranno le due *ae*, *ef* reſpettivamente la profondità ricercata del corpo LQ, e la di lui altezza LI. Perchè dunque per la natura dell' iperbola ſono eguali i due

TAV. VII. Fig. 1. Fig. 2.

rettan-

rettangoli $ad \times dc$; $ae \times ef$, ed ad eguale per la coſtruzione a $\frac{DE \times M}{N}$ e $dc = \frac{DB \times CD}{KL}$ ſarà l'egualità $\frac{DE \times M}{N} \times \frac{DB \times CD}{KL} = ae \times fe$, ovvero riſolvendo in analogia ſarà $ae \times fe \times KL$. DB $\times$ CD $\times$ DE :: M. N ; il che &c. CAP. X.

XLVI.

Corollario. Ma la proporzione della baſe AD del ſolido dato alla baſe HL del ſolido ritrovato ſarà come il rettangolo fatto da N in ae, ovvero LQ al rettangolo di M $\times$ DE, come ricavaſi dall'analogia del numero precedente.

XLVII.

Avendoſi poi a conſiderare che l'impreſſione dell' acqua contro di queſti corpi, non può farſi ſopra di tutta la ſuperficie de' medeſimi, ma ſolamente in alcuna delle faccie, ſiano queſte le baſi ABCD, HILK, e ſiano eſſe talmente collocate, coſicchè ricevino il corſo dell' acqua da queſta ſola parte, e ſtriſci poi il rimanente parallela a BF, IP, reſtando coperte e difeſe le faccie GFE, OPQ; Si ſupponga conoſciuta la velocità che fa impreſſione ſopra di AD e chiamiſi u, e s'intenda preciſamente quanto baſta per non iſmoverlo, coſichè accreſciuta per alcun poco, poſſa reſtar aſportato. Sia la velocità che ſi cerca, e ch'è deſtinata a far impreſſione ſopra dell'altro ſolido V, all' aſſe ae col parametro ai eguale alla quarta proporzionale fra il rettangolo M $\times$ DE ; il quadrato della data velocità u ed N, ſia deſcritta la parabola agb, e condotte le ordinate dg, eb eſprimenti la prima, la data velocità u, e l'altra la ricercata V; queſti due corpi riceveranno dall' acqua corrente una eguale impreſſione ; mentre per la natura della parabola eſſendo VV. uu :: ae. $\frac{DE \times M}{N}$, ed aggiongendo il commune rettangolo o baſe ACDB, ſarà VV. $uu \times$ ACDB :: ae. $\frac{DE \times M}{N} \times$ ACDB. onde l'equazione VV $\times \frac{DE \times M}{N} \times$ ACDB $= ae \times$ ACDB $\times uu$, TAV. VII. Fig. 1. Fig. 2. Fig. 1. 2

ovve-

CAP. X. ovvero $VV \times \frac{DE \times M}{N} \times \frac{ACDB}{ae} = ACDB \times uu$, ma $\frac{DE \times M}{N} \times \frac{ACDB}{ae} = \frac{DE \times M}{N} \times \frac{BD \times CD}{ae} = KL \times LI$ per il numero antecedente; dunque sarà $VV \times KL \times LI = ACDB \times uu$, cioè il quadrato della respettiva velocità nella base HL sarà eguale al quadrato della respettiva velocità nella base AD, ma secondo a' principj della Statica, queste quantità vagliono l'impressione, adunque saranno desse eguali in ambidue i corpi, come erasi proposto.

XLVIII.

Ma se fosse data la base HL, e fosse da trovarsi la sola altezza del corpo LQ, poste le stesse cose, diventa il problema assai più semplice, mentre fatto $Kl = N$ ed $lm = M$, e poste que-
TAV. VII. Fig. 1. 3. ste linee fra di loro in qualsivoglia angolo Klm, prolungata Ku si faccia eguale alla quarta proporzionale fra DE, la base AD, e la base HL; dipoi condotta per i punti Km la retta Kmp, se dal punto n si condurrà parallela a lm la np, sarà questa eguale alla ricercata altezza LQ. Indi sopra questa linea come asse col parametro no eguale alla quarta proporzionale fra il rettangolo $M \times DE$, il quadrato della data velocità u ed N ovvero Kl; sia descritta la parabola nq, sarà l'ordinata pq quella, ch' esprimerà la ricercata velocità V. Perchè dunque il quadrato pq è eguale al rettangolo $np \times no$, e per la similitudine de' triangoli Klm, Knp, essendo $nl. lm :: Kn. np$, sarà Kn direttamente come il rettangolo di $Kl \times np$, e reciprocamente come lm, dunque essendo no eguale per la costruzione al quadrato della data velocità u, e Kl direttamente, e reciprocamente come il rettangolo di $lm \times DE$, sarà il quadrato di pq eguale direttamente al quadrato di $u \times Kn$, e reciprocamente a DE, ovvero sarà il quadrato di $pq \times DE$ eguale al quadrato di $u \times Kn$, e moltiplicando l'una e l'altra parte con la base AD, sarà il quadrato di pq nella base $AD \times DE$ eguale al quadrato di u nella base $AD \times Kn$, ma per la costruzione HL. AD :: DE. Kn, adunque la base HL è eguale direttamente alla base $AD \times DE$, e reciprocamente a Kn, e pertanto il quadrato di pq nella base HL sarà eguale al quadrato di u nella base AD, dunque le impressioni,

ni, per i principj della Statica saranno eguali. Che poi li solidi siano fra di loro come N ad M, e per conseguenza come K*n* a *np* si raccoglie, perchè essendo per i triangoli simili K*l* . *lm* :: N. M :: K*n*. *np*, ed essendo K*n* eguale al solido CF direttamente, ed alla base KI reciprocamente, sarà N. M :: CF solid: KP solid: essendo *np* l'altezza LQ; lo che era da dimostrarsi. CAP. X.

XLIX.

Corollario. Come che dunque molto più crescono le absciſſe delle sopradette parabole esprimenti l'altezza del solido LP, di quello crescono le ordinate corrispondenti delle medesime parabole, esprimenti le velocità, aumentandosi queste in ragione delle radici de' quadrati delle ordinate, dove quelle crescono come le stesse absciſſe; quindi si comprende quanto più crescer si debba la mole di un solido per resistere all'impeto dell' acqua nella data ragione di altro solido dato, di quello crescer debba la velocità della medesima acqua per asportarlo.

L.

Penda un grave F dal filo AF, e sia di tal peso che immerso nell' acqua corrente, la violenza di questa lo possa far declinare dal perpendicolo, e ridurlo nella positura AG, tenendosi sempre fermo ed immobile il centro A. Si conduchino nel quadrante FAC, oltre i raggi AC, AF, le due DG, GB parallele respettivamente a' detti raggi, e dal punto F s' inalzi la tangente FE, che resti tagliata in E dal raggio AG prodotto, dipoi all'asse FE vertice F e parametro eguale alla FA equivalente all'unità, si descriva la parabola conica FK, ed in questa si tiri l'ordinata KE dal punto cioè dell' intersecazione che fa la secante AE colla tangente FE, come pure si produchi GB indefinitamente verso N, se si taglierà BN eguale a KE, e così ogni altra respettivamente nello spazio AC, si potrà per tutti i punti N così ritrovati descrivere la curva AN, che si chiamerà delle velocità competenti a' sostentamenti del grave pendolo per tutti i punti del quadrante. Questa curva avrà il suo principio nel punto A, e un asintoto CO parallelo ad FA. Perche per la natura della parabola FK il quadrato di KE è eguale al rettangolo di AF in FE, sarà anche KE in dimezzata ragione di FE; ma per il numero III. del Capitolo V, la dimezzata ragione di TAV. VII. Fig. 4.

CAP. X. FE esprime la velocità, con cui l'acqua sostiene il grave nel sito G, adunque la EK, o la di lei eguale BN rappresenterà la velocità ricercata, e così ogni altra ordinata respettivamente: In oltre, perchè nel punto F la FE diventa nulla, sarà ivi pur nulla anco l'ordinata KE, e per tanto la curva AN avrà il suo principio nel punto A. Parimenti perchè la tangente dell'angolo retto è infinita, non intersecando la secante se non dopo una infinita distanza, però anche la EK rispondente a tal tangente, sarà infinita, come altresì la BN, che diventa in tal caso CO; il che tutto era da dimostrarsi.

L I.

Per determinarsi il seno dell'angolo d'inclinazione per tutti i diversi pesi possibili de' gravi conformati in palla, conosciuto che sia uno di essi, intendasi GI esprimere il peso assoluto della palla; se dal punto I alla GE si condurrà la normale IH, rappresenterà questa il peso relativo di detta palla nel sito G per discendere verso di F. Si produchi, se fia d'uopo la GD in P, e si faccia GP eguale a KE ovvero BN, è manifesto, che la velocità assoluta PG, condotta che sia la PQ perpendicolare alla AG, sarà risolta nelle due laterali PQ, QG, delle quali la PQ è quella che direttamente resiste al peso della palla, o sia al di lei conato HI, e la QG distende e fa impressione sopra del filo AG. Dovrà dunque esservi l'equilibrio fra HI ed il quadrato di questa relativa velocità PQ, essendo che le forze stanno appunto, secondo le leggi della Statica, come i quadrati delle velocità. Sarà perciò il seno retto dell'angolo d'inclinazione FAG in ragione dimezzata della differenza de' quadrati fra il raggio AF ed il peso assoluto GI: concioſiacosachè i triangoli simili GIH, ed ADG danno $IH = \frac{GI \times AB}{AF}$, e i triangoli pur simili GAD, GPQ, danno $PQ = \frac{AD \times GP}{AG}$ sarà $PQ^2 = \frac{AD^2 \times GP^2}{AG^2}$, e per tanto sarà l'egualità $\frac{AD^2 \times GP^2}{AG} = GI \times AB$. (essendo AG = FA) oppure $GI \times AB = \left(\frac{AD^2}{AG} \times BN^2\right) = \frac{AD^2 \times FE}{AG}$, ma FE per i simili triangoli ADG, AFE è egua-

eguale a $\frac{AF \times AB}{AD}$, adunque $GI \times AB = \left(\frac{AD^2}{AG} \times \frac{AF \times AB}{AD}\right)$ CAP. X.

$AD \times AB$. e però $GI = AD = \sqrt{AG^2 - AB^2}$, onde $GI^2 = AG^2 - AB^2$ ed $AB = \sqrt{AG^2 - GI^2}$ come erasi proposto.

LII.

Corollario I. Ne deriva da ciò non mai potersi bilanciare queste palle, se i seni de' complementi degli angoli d'inclinazione non sono eguali a quelle quantità ch' esprimono i pesi assoluti delle medesime palle.

LIII.

Corollario II. E perchè $GI = AD$, saranno le gravità specifiche de' corpi immersi mediante un filo nelle acque correnti, rispettivamente come i seni de' complementi degli angoli d'inclinazione; e per l'opposto, immersi corpi di varia gravità specifica, i seni de' complementi de' medesimi angoli d' inclinazione rappresenteranno le dette gravità specifiche; onde ecco una nuova maniera per aversi queste gravità nella dottrina delle galleggianti.

LIV.

Scolio I. Egli è ben vero, che l'esperimento che quì si accenna d'immergere con un filo un corpo grave, non potrebbe aver luogo, per dare di quanto si cerca un vero lume, che o nelle acque che corressero velocissimamente, o allor quando i corpi immersi non guari superassero la gravità specifica dell'acqua; le quali condizioni mancando, i corpi sospesi non si moverebbero sensibilmente dal loro perpendicolo, maggiore essendo il loro conato per resistere, che la velocità dell' acqua per asportarli fuori del piombo. Per ridurre la cosa all'uso che si siamo prefissi, sia dunque la palla, che d'immergere s'intende di una gravità, che poco superi quella dell'acqua, e dicasi questa m, e la gravità specifica di un altro corpo noto sia n. Sia il seno verso dell' angolo d' inclinazione fatto dalla palla, la di cui gravità specifica $m = AD$; linea che sarà nota nelle parti del raggio AF supposto 100000; Data dunque la proporzione di m ad n, sarà $\frac{n \times AD}{m}$ la quantità nelle parti del raggio che farà resistenza alla TAV. VII. Fig. 4

CAP. X. velocità dell'acqua. Sia per esempio *m. n* :: 6. 7, e l'angolo DAG sia di gradi 35, onde AD = 81899 delle 100000, sarà AD per la gravità di *n*, 95549, che però il seno retto corrispondente sarà di gradi 17. 10′, e tanto declinerebbe il pendolo dalla perpendicolare, quando la palla fosse della gravità specifica come *n*. Sia adesso *m. n* :: 6. 8, sarà la palla che avesse la gravità specifica *n* equivalente a parti 109197, che superando le 100000 di parti 9197, con tante parti di più, quante sono le 9197, potrebbe resistere alla violenza dell'acqua, vale a dire, non solamente questo tal corpo non sarebbe smosso dalla perpendicolare, ma per ismoverlo vi si ricercherebbe ancora tutte le dette parti residue.

LV.

Scolio II. Nota dunque che sia la proporzione della gravità della palla dello strumento, che serve per indagare le velocità, alla gravità di qualunque altro corpo, è facile il rilevarsi i gradi della di lui resistenza, quando le moli sieno eguali. Noi chiameremo ne' corpi assai più gravi in specie dell'acqua l'*eccesso*, tutto quello che hanno oltre le parti 100000, nelle quali s'intende diviso il raggio, e che bastano per resistere a tutti i *conati* che può far quel dato corso di acqua per allontanarlo dal perpendicolo. Per trovare adesso all'accrescersi la mole di questo corpo, quanto maggior *eccesso* acquisterebbe, converrà ridurre prima la palla, che si suppone formata della materia più resistente, in una figura simile all'altro corpo maggiore che si vuol immergere, che a maggior facilità potrebbe esser un parallelipipedo, avvertendo di ridur la base che riceve l'acqua, eguale di area alla base del nuovo prisma da formarsi, e questo corpo riceverà gli stessi urti dall'acqua, come la palla; sarà poi, secondo a quanto si è detto al numero XLV di questo, da rilevare in qual proporzione stiano le resistenze di entrambi, avute le quali si faccia come la resistenza della palla ridotta in prisma, al prisma omogeneo maggiore di cui cercasi l'*eccesso*, così il valore nelle parti del raggio, trovato per la palla, al quarto proporzionale, da cui se si leverà le parti 100000, sarà il residuo l'*eccesso* ricercato del corpo maggiore, il qual *eccesso*, secondo le osservazioni dell'*Amontons* registrate nell'anno 1699 degli Atti dell'Accademia Reale delle Scienze, dovrà esser accresciuto da un terzo di tutto il di lui peso, essendo che non sospeso

nell'

nell'acqua, ma s'intende venir esso collocato sopra una superficie piana ed orizontale, o quasi orizontale, e che per conseguenza per esser trasportato resiste ancora per un terzo in circa del di lui peso, che quivi ritiene, quindi l'*eccesso* del grave sarà come il quarto proporzionale suddetto più il terzo di tutto il peso di quel tal corpo, e dicendo questo eccesso F, la proporzione della gravità, o delle ordinate della parabola espresse al numero XLV. e seguenti di questo, facendosi come r al s, ed r sia la minore, s la maggiore, sarà $F = \frac{r}{s} \times \frac{ny}{m} + \frac{r}{3}$, quando s sia il peso che ha nell'acqua il grave, di cui si cerca l'*eccesso* dal che resta manifesto con quanta forza resistino i corpi, che siano molto gravi, quando venghino opposti alla correntia delle acque. CAP. X.

LVI.

Per ridurre la Teorica forse troppo astratta all'uso, ed alla pratica, esamineremo in concreto la resistenza de' ripari nella maniera più facile, che sia possibile: Per ottener ciò s' intenda ogni riparo conformato in un parallelipipedo, e quando non lo fosse realmente si potrà da ogni anche mezzanamente versato nella Geometria de' solidi, ridurre ogni corpo alla predetta forma, e ciò a motivo di facilitare il calcolo, e render più chiara la materia: ma perchè difficilmente si potrebbe venir a capo di ciò, che si desidera, considerando assolutamente le forze delle resistenze e dell'acqua, perciò si riduca la quistione ad investigare solamente le relative; Sia dunque in primo luogo da trovare un corpo omogeneo parallelipipedo, che collocato in una corrente di acqua non possa da questa venir asportato, o, ch'è lo stesso, qual peso e mole debba egli avere, perchè in un dato moto dell' acqua non venghi asportato, bensì per pochissimo che venghi sminuito il di lui peso, possa dalla corrente esser mosso, con che sarà la quistione ridotta a cercare l'equilibrio fra il peso che resiste, e la forza dell'acqua che spinge ed urta. Si prenda un corpo della forma predetta ed omogeneo in ogni sua parte componente, che sia talmente o accresciuto o scemato di peso, senza però mai alterarne la di lui figura, e talmente collocato a qualche sito dell'altezza di una sezione di un fiume, che vaglia a resistere al corso, ma o mutato per un insensibile spazio di sito, o pure variato benchè insensibilmente di peso rimanga smos-

so

CAP. X. so dal suo luogo, durando per tanto un tal equilibrio, si avrà la maniera di conoscere la resistenza e la forza, e di ridurre al calcolo e l' una e l' altra. Sia un picciolo parallelipipedo BM di materia omogenea, e della stessa o diversa, di cui si formano i ripari, ma per maggior facilità poniamo della medesima, sia rivolto con una delle sue faccie FGM al corso dell' acqua, restando le due laterali parallele alla direzione della medesima, e s'intendi in oltre con la sua base EM ben appoggiato o al fondo, o a qualche piano equivalente, e venghi talmente collocato nella sezione di un fiume, di modo che abbia le sopradette condizioni: All'asse AE s'intenda descritta una parabola ADC, e si prolunghino le IB, HE fino in D e C, cosicchè DB, CE siano due ordinate di questa parabola. Perchè poi il peso di questo corpo diverso è in aria, e diverso in acqua, dicasi la ragione della gravità di lui specifica m, quella dell'acqua n, e si faccia $m . n :: $ solid. BM $\frac{n \times \text{sol. BM}}{m}$, e questa quarta proporzionale esprimerà il peso di altrettanta acqua, quanta è la mole del solido, il di cui peso nell'acqua sarà eguale alla differenza del solido BM, e della detta quarta proporzionale, cioè sol. BM $- \frac{n \text{ sol. BM}}{m} = \frac{m-n}{m}$ sol. BM. Ma per le osservazioni dell'Amontons a causa della compressione, che esso peso fa al soggetto fondo, deve pur anco resistere per un terzo di detto suo peso, però tutto il momento sarà $\frac{m-n}{m}$ sol. BM $+$ $\frac{1}{3}$ sol. BM $= \frac{4m-3n}{3m}$ sol. BM. Il momento della forza dell'acqua è come il quadrato della velocità della stessa moltiplicato nella base del solido, supposto che fluisca normale al piano BIHE, e perchè la velocità che urta nel solido è come l'aggregato di tutte le ordinate, che occupano lo spazio DBEC, e questo spazio per la quadratura della parabola è eguale a $\frac{2}{3}$ CE $\times$ AE $- \frac{2}{3}$ DB $\times$ BA, e perciò

$$\frac{4}{9} CE^2 \times AE^2 - \frac{4}{9} CE \times AE \times DB \times AB + \frac{4}{9} DB^2 \times AB^2 \times BH = \frac{4m-3n}{3m} \text{ sol. BM} = \frac{4m-3n}{3m} \times BH \times HM \text{ cioè } \frac{4m-3n}{m} \times HM = \frac{4AE^3 - 8AE\sqrt{AE} \times 2AB\sqrt{AB} + 4AB^3}{3}.$$

Per

LVII.

Per facilità del calcolo onde determinare le predette reſiſtenze ſia AE $= p$, AB $= x$, HE $= t$, HM $= r$, ſarà dunque per il numero di ſopra $\frac{4m-3n}{m} \times r = \frac{4 \times \overline{p^3+x^3} - 8px\sqrt{px}}{3}$ ovvero $\frac{4m-3n}{m} \times rt = \frac{4t}{3} \times \overline{p^3+x^3-2px\sqrt{px}}$, e dicendoſi $rt = P$ ſarà ancora $P = \frac{4tm}{12m-9n} \times \overline{p^3+x^3-2px\sqrt{px}} = t \times \frac{4m}{12m-9n} \times \overline{p^3+x^3-2px\sqrt{px}}$. Per eſempio ſia AE $= p = 180$, AB $= x = 175$, HE $= t = 3$, $m = 2$, $n = 1$, ſarà, fatto il calcolo, $P = 283800$, coſicchè accreſcendoſi benchè inſenſibilmente il momento dell'acqua corrente, o ſcemandoſi nello ſteſso modo la reſiſtenza del peſo, ſarebbe queſto aſportato.

LVIII.

Sia un reale riparo, omogeneo però di materia al grave con cui ſi è ſuppoſto fatto lo ſperimento regiſtrato al numero LVI. di queſto, qual riparo non ſarà difficile, data la di lui mole a conformarlo in un priſma di ſimile figura con quello dello ſperimento; Si figuri poi l'acqua corrente ridotta alla ſua maſſima altezza ed impeto per conſeguenza, e perchè in tal caſo ſaranno mutate le quantità x, p, t rimanendo ſolo invariate le m ed n, però a norma di eſſe riducendo la formola del numero precedente in numeri, ſe queſti equivaleranno alla quarta proporzionale con il peſo del primo grave dello ſperimento, col peſo del riparo, e col numero ritrovato per il detto ſperimento, tal riparo ſarà in equilibrio con la forza preciſamente, ſe ſarà minore ſarà aſportato, ſe maggiore reſiſterà, e di quanto queſta ſarà maggiore, tanto ſarà l'eccesſo, che avrà per reſiſtere, ſecondo a quanto è ſtato detto al numero LV. di queſto Capitolo.

LIX.

Scolio. Facendoſi $p = 300$, $x = 50$, $t = 200$, e la proporzione del peſo dello ſperimento al peſo del riparo, ſia come 1 al 2000,

CAP. X.

2000, avrebbesi la formola $\frac{4rm}{12m-9n} \times p^3 + x^3 - 2px\sqrt{px}$ ridotta in numeri 1138133333, ma l'analogia de' pesi porta 1. 2000 :: 283800. 567600000, ch'è minore della sopraddetta resistenza di parti 570533333, tal riparo però resisterebbe ad ogni urto del fiume, come quello che avrebbe di eccesso sopra dell' equilibrio alla forza della corrente il numero soprapposto 570533333.

LX.

Abbenchè in due corpi gravi eguali in mole, ma che uno sia composto di molti altri piccoli, e l'altro di un solo, immersi che siano nell'acqua corrente, il peso assoluto, e la resistenza che hanno nel contatto del fondo sia eguale in entrambi, nientedimeno ben diverso riesce il loro momento per resistere all' impeto dell'acqua, avvegnacchè nel corpo diviso, tutti gli strati delle di lui parti, a misura del variarsi della velocità nell'altezza viva, ricevono diverso impulso, e resistono a misura del peso sovraincombente, che loro rimane: dove nel corpo indiviso, abbenchè in tutti i punti riceva una diversa impressione, nientedimeno vi è un solo centro di azione e di reazione, dove nel diviso tutte le parti componenti possono esser considerate con i loro centri particolari di azione e contraazione, quindi per opporsi con la maggior forza all' impeto dell'acqua, devesi sempre prescegliere i corpi più grandi, piuttosto che i più minuti, abbenchè siano della medesima materia; così la terra abbenchè gettata sparsa in un gran corso d'acqua, non mai prenderebbe piede, come chi opponesse a questo medesimo corso un argine di semplice terra non punto legata o rassodata non lo renderebbe fermo e consistente, bensì posta la detta terra in volpare, in gabbioni, o in qualsivoglia altro modo unita, resisterà alla corrente, e gettata così raccolta, e ristretta nel corso dell'acqua, appena resterà mossa fuori del piombo ove sarà lasciata cadere, e maggior piede vi prenderà allora principalmente quando con una qualche palificata venisse assicurato il fondamento del detto ammasso di terra, legato come si è detto.

LXI.

Scolio. Chi avesse presi tutti quei sassi e ciotoli della Trebbia, che furono adoperati a formar i prismi per i moli della Città

tà di Piacenza, e li aveſſe gettati nel Pò nel ſito medeſimo di eſſi moli, con l'idea di obbligar quel fiume a non internarſi di più con le corroſioni, con le quali ſi avanzava verſo di quella Città, avrebbe queſti del tutto gettato il tempo, ma i medeſimi ciotoli e ſaſſi legati con buona calce, e ridotti di una giuſta mole, ſi ſono potuti gettare nella corrente di eſſo Pò ſenza pericolo, che ne veniſſero aſportati, ed hanno ſtabilito tre moli di tal ſolidità e conſiſtenza, che tutto l'impeto di quel fiume Reale, nulla li può offendere. Da un ſomigliante principio naſce la buona riuſcita che apportano le Volpare, che con molto frutto ſi adoprano nell'Adige nello ſtato Veneto. Non ſono deſſe altro, che alcune zolle di terra, legate con paglia o fieno, o altra poco differente materia, che ſia capace di tenerla unita aſſieme, e di formare una ſpezie di priſma lungo in circa due piedi, alto uno, ma di figura accedente al rotondo e bislunga: con le zolle, o con la ſemplice terra e creta non potrebbe già aſſicurarſi il piede dell'arginatura, e molto meno empirſi le caſſe delle palificate, che ſervono per chiuder le rotte, eſſendochè l'acqua correndovi con grande precipizio il tutto porterebbe via, ma con le Volpare ſi empiono agevolmente i caſſari delle palificate, onde va poi creſcendo l'argine malgrado la violenza del corſo dell'acqua, e la rotta ſi chiude, come ſi eſporrà nel Capitolo ſeguente. Sopra i pubblici lidi di Venezia ſono ſtati da me introdotti e moli, ed argini di marmo d'Iſtria legato con calce e pozzolana, di modo che dove il ſaſſo benchè di gran mole regger non poteva all'urto del mare, adeſſo in tal modo legato dura a fronte di ogni burraſca, ed a ſuo tempo quel circondario ſarà ridotto del tutto impenetrabile ed eterno, come eterna è quella Metropoli che da detti lidi viene diviſa dal mare, e cuſtodita.

CAP. X.

LXII.

Vincenzio Viviani nell'erudito diſcorſo che indrizza al Gran-Duca di Toſcana Coſimo III. intorno *al difenderſi da' riempimenti, e dalle corroſioni de' fiumi* a c. 50, dove parla del ſaſſo ſciolto, e de' cantoni fatti dalla natura, e poſti per difeſa dell'intacco delle rive, dice così: *Siccome in quel ſito dove ſi pon quel cantone, o quel ſaſſo di cava non ſi trova pur uno fra que' millioni di ſaſſi ſtativi condotti dalle piene, che ſia del peſo di alcun di que' che vi ſi portano appoſta, così, non avendo eſſe piene avuto tanto vigore, e forza di naturalmente condurvene, come l'aveva-*

CAP. X. *no avuta, ed anche maggiore, allora che del medeſimo, e di maggior peſo di man in mano, ſe ne ſgravarono più, e più alto nel medeſimo letto di Arno, non la potranno aver nè meno per iſmuovere, ſollevare, e condur più lontano quelle moli, di peſo tanto ſuperiore, traſportate quivi dall'arte*; e più ſopra a c. 47, *ed i quali ſaſſi ſieno di forma non rotonda, ma affacciata e ruſpa, e di peſo aſſolutamente maggiore di quello delle maſſime parti della materia, che la corrente di maſſima forza può condur quivi, dove eſſo riparo ſi forma, è baſtante a contraſtare, ed a reſiſtere alla gravezza, e rapidità di queſto elemento, anzi a domarlo, a vincerlo, ed a fugarlo* ec. Dal qual ſenſato diſcorſo pare, che ſeguir debba, che la forza aſſoluta delle acque correnti ſi poſſa deſumere dalle materie, che laſciano qua e là per l'alveo, mentre non le potendo più oltre far avanzare, è ſegno manifeſto, che il maſſimo della velocità viene miſurato dal peſo di quella tal materia, con cui reſiſte ad eſſer ulteriormente promoſſa avanti, le quali coſe eſſendo così, reſterebbe agevolmente noto qual peſo, e qual mole ſi poteſſe porre in un dato fiume di conoſciute forze, per deludere e rintuzzare ogni di lui conato, ed in tal modo quanto è ſtato eſpoſto a' numeri LVI., e LVII. di queſto, circa allo ſperimento da praticarſi per indagare qual reſiſtenza vi voglia per i ripari, ſarebbe ſufficiente per averſi queſta cognizione, mentre baſterebbe peſare alcuno di que' ciotoli, per dedurſi poſcia le conſeguenze ivi ricavate; ma per niente diſſimulare ſembra che la propoſizione del Viviani debba nel fatto de' fiumi reſtar ſoggetta a molte eccezioni, per le quali ſpeſſe volte non ſi poſſa venir in cognizione del peſo, che ſi doveſſe opporre al corſo dell'acqua per formare una ſufficiente reſiſtenza: concioſiacoſache ſe foſſe aſſolutamente vero, che il peſo delle materie già depoſte nelle piene dei fiumi, foſſe l'indice delle loro maſſime forze, ſeguir ne dovrebbe, che da quel termine in giù ogni anche picciol ſaſſo, o altra poca mole reſiſteſſe al corſo dell'acqua, e che poteſſe ſervire per la materia, di cui comporre un riparo, che a reſiſter valeſſe in quella guiſa, che reſiſtono i corpi di maggior mole, nelle parti ſuperiori del medeſimo fiume, onde nel Pò v. gr. eſſendo che a Piacenza arrivano i ſaſſi portati in eſſo Pò dalla Trebbia della grandezza di mezzo piede incirca, nè più oltre ſi avanzano, adunque di queſti a Cremona, ch'è più inferiore di ſito di Piacenza, ove la forza del fiume benchè in piena mai li traſporta, ſi potrebbe ergere un riparo egualmente reſiſtente, che un altro fatto a Piacenza, o in altro ſito più ſuperio-

riore, il qual riparo foſſe compoſto di parti di mole molto maggiore, con tutto ciò, ſe di queſti faſſi depoſti dal Pò nel ſuo fondo dirimpetto a Piacenza ſi pretendeſſe di formar a Cremona un penello o molo, ſarebbe ſubito roveſciato dalla forza dell'acqua, anzi in faccia di Piacenza per fermar i ripari ſtabilmente, ſi è dovuto dei detti faſſi di Trebbia legati con buona calce formar i prismi triangolari di una lunghezza ciaſcheduno di 3 piedi, ed alti un piede; della qual mole di faſſo non ne conduce il Pò, in alcun luogo, fuori delle Montagne. Nè meno ben s'intende, come mai ſe i faſſi depoſti qua e là lungo l'alveo del fiume, foſſero la miſura della forza di eſſo, perchè negli ſteſſi ſiti vi ſi arreſtaſſero, e faſſi molto più piccioli, e fino le ſabbie più minute, che finalmente formano dapertutto il vero letto de' fiumi, almeno fuori de' monti; e pure ſe la propoſizione della maſſima forza ſi verificaſſe contro de' ciotoli più groſſi, dovrebbe con altrettanto di energia ſcaricarſi contro de' più minuti, ed aſportarli più oltre, e dovrebbe dirſi che o le velocità ne' fiumi, ove non portano che la ſola belletta, foſſero inſenſibili riſpetto a quelle, ove il fiume porta e ghiaie e faſſi, o che ogni deboliſſimo peſo, là ove è portata ſolamente la belletta, foſſe valevole ad oppoſi alla forza dell'acqua, e ad impedire i diſordini, ma non verificandoſi nè l'uno, nè l'altro, ragion vuole, che ſi reſti perſuaſi, non eſſer il peſo delle materie depoſte l'indice del maſſimo grado della forza de' fiumi, benchè conſiderata in piena, ma doverſi deſumer queſto dalla combinazione di molte altre circoſtanze. CAP. X.

LXIII.

Chi però farà le dovute diſtinzioni fra i fiumi temporanei, e Reali, troverà poter ſuſſiſtere la propoſizione del Viviani, e le noſtre antecedenti. Sono i primi quelli, che correndo per ordinario fra monti, ricevono dal pendio ben grande di queſti le acque, che ſi vanno unendo frà doſſi, e rialti, onde e in un momento per così dire riempiono l'alveo del recipiente, e vi corrono con un impeto più dovuto ad un grave, che diſcenda per un piano inclinato, che ad un fluido, che toſto ſi riduce all'egualità del moto, che però abbenchè quelle acque deſcendenti non foſſero capaci di portar ſeco i groſſi faſſi, nientedimeno lo ſono per ſcalzar i medeſimi dalla terra, ove ſtanno fitti, quindi fatti liberi, ogni poco impulſo di più, che vi dia l'acqua, ſpinti dal proprio peſo, ed aiutati dalla declività del terreno paſſano nel fiume, che ormai

CAP. X. reso gonfio dalle acque, e che ritiene un pendio di qualche piede per ogni centinaio di pertiche, vanno ruzzolando allo ingiù, nè prima si fermano, che succeda l'equilibrio fra la velocità dell'acque, e le resistenze nate dal loro peso, dalla minorazione del declivio del letto e dall'accidentale intoppo, che va succedendo fra i medesimi sassi, oltre ai movimenti irregolari, che vengono promossi dalla loro diforme superficie più o meno scabra e ruspa; onde in questi siti, note che siano tutte le dette cose, può benissimo arguirsi il massimo grado di forza dal massimo peso, portato dal fiume, ma dove questi va perdendo quel sensibile declivio, e che comincia ad entrare nelle Campagne piane col proprio alveo; la cosa quivi passa altrimenti, mentre o sia per l'ingresso di nuovi influenti, o per l'altezza del corpo, che può acquistar l'acqua, abbenchè possa avere un momento pari a quello che aveva, là dove pur anco conduceva i sassi, nientedimeno arrestati più superiormente da alcune delle circostanze predette, resta l'alveo più á basso libero dai medesimi sassi, e ghiaie, non per deficienza di forza per condurli, ma per mancanza dei medesimi materiali, fermati già di sopra.

In fatti chi mai crederebbe che nel Pò a Crespino non vi fosse velocità da portar della ghiaja, che si ferma a Piacenza, che non è di maggior mole come è stato detto ne' sassi, che la compongono di un mezzo piede incirca ? Un altra essenzialissima circostanza nasce dalla costituzione in cui si trovano i fiumi Reali e perenni a fronte de' temporanei, ed è, che come questi hanno il loro fondo regolatissimo, e condotto, se all'occhio si crede, in una linea retta, i primi lo hanno irregolarissimo. Esempio ne siano, tutti quei Torrenti, che usciti fuori delle Montagne, s'incamminano verso le pianure meno inclinate all'orizonte, avvegnacchè se questi, come loro frequentemente accade, rimangono senz'acqua, o per rotte o perchè manchi di sopra, o si perda fra la terra, si vedono col fondo spianato ed assai regolare sopra la di loro cadente; io osservai il Reno, quando del 1717 aveva aperte e correvano le due Rotte alla di lui destra Panfilia e Cremona, poco superiormente a S. Agostino, e lo vidi col letto, che ivi è in sabbia, spianatissimo. Lo stesso potei osservare ne'Torrenti del Friuli, Tagliamento, Celline e Torre. Per l'opposto i fiumi grandi e perenni hanno il fondo irregolarissimo, cioè ripieno di ridossi, vasche e gorghi molto profondi; Il Pò più di ogni altro fiume ne fornisce l'esempio, avendolo ritrovato noi nelle visite solenni in esso praticate col

mez-

mezzo de' ſcandagli col fondo al maggior ſegno irregolare, cioè in ſiti eſcavato in voragini, in altri rialzato in gran doſſi; e tale è la diverſità che corre fra fiume e fiume, e per conſeguenza tali le cagioni che realmente impediſcono il libero avanzarſi, che far dovrebbero i ſaſſi, ſenza che poſſino reſtar ſpinti dalla forza dell' acqua, ove, tolte le dette reſiſtenze, ſarebbero promoſſi. CAP. X.

LXIV.

Non eſſendo per tanto ſicura la regola ſopradetta per ſtabilire adeguatamente di qual ponderoſità abbiano ad eſſer i ripari, per reſiſtere ſecondo all'eſigenza alla forza dell'acqua, ſarebbe quì da ricercare qual legge vi poteſſe eſſere per ottenere con morale ſicurezza il ſopradetto fine; ma comecchè per ſtabilir queſta vi ſi ricerca la combinazione di tante e tante circoſtanze, così non potendoſi queſte ſufficientemente determinare, non ſi può nè meno fiſſar la legge di eſſe reſiſtenze; dovrà baſtare per altro all'Ingegnere, di ſaper diſtinguere la forza de' fiumi ne' varj ſiti del loro alveo, eſſendocchè ben diverſa è la loro energia ove corrono in ghiaja, ed ove camminano in pura ſabbia, e con pochiſſimo declivio: molto differenti perciò dovranno eſſer i ripari da porre in uſo anche nello ſteſſo fiume a miſura cioè della varietà de' fenomeni, che emergono nel di lui alveo, nella di lui portata e declivio; Se opererà ove il fiume porta la ghiaja, dovrà di queſta unirne in priſmi o cantoni di lunghezza di due fino a tre piedi, e di altezza un piede in circa, formandone o penelli, o muraglioni, a miſura ch'è chiamato dal biſogno dell'operare, o per volger l' acqua, o per reſiſter all' intacco di una qualche corroſione; ſe il fiume in quel tal ſito arriva a portare col ſuo corſo delle pietre aſſai groſſe, non baſteranno per oſtargli i detti cantoni ſciolti, ma bensì ſi avranno a collegare col mezzo di palificate diviſe in caſſe. Finalmente ſe il fiume corre in pura ſabbia, o anche in ſemplice belletta, come accade ne' ſiti aſſai vicini al mare; in queſto caſo vi ſi reſiſterà coll' uſo delle Volpare, quando però queſte ſiano di una ſufficiente mole, ben legate, e formate di buona terra, ovvero con i gabbioni; ma circa alla diverſità de' ripari da praticarſi in varj ſiti de' fiumi, e ſecondo le diverſità degli accidenti, punto eſenziale in materia dell' acque correnti, ſi eſaminerà nel ſeguente Capitolo, deſtinato alla pratica delle difeſe de' fiumi, e regolamento del loro corſo.

CAPI-

CAPITOLO UNDECIMO.

Delle corrosioni de' Fiumi ; delle Rotte , che si aprono negli argini de' medesimi ; e de' ripari da porsi in opera per impedirle , ed accadute per prenderle e sanarle .

I.

UN fiume quanto più lentamente cammina, tanto più con uniformità di moto progrediscono i di lui acquei filamenti tanto nel mezzo, che verso le sponde , di modo che appena si distinguerà il filone o spirito dell' acqua , dal corso ch' ella avrà accosto delle rive ; si ricava ciò dall' osservazione dal pari e dal raziocinio , concioſiacosachè il ritardo de' filamenti predetti verso le sponde nascendo dalla resistenza che queste vi fanno , quanto maggiore sarà il moto dell' acqua , tanto più opereranno le dette resistenze, i gradi delle quali, come ben sanno i Statici, crescono come i quadrati delle velocità ; dimodochè dove queste sono minime, minime saranno pure le reazioni : così per l'opposto , se si considererà un fiume di molta velocità dotato , riuscirà molto sensibile il moto del di lui filone rispetto al moto de' filamenti laterali , e più vicini alle rive . Se dunque vi fosse tal fiume , che ristretto fra le sue sponde rapidamente corresse nel mezzo , ed assai lentamente alle rive , questi ogniqualvolta si venisse a dilatare in modo , che seguisse in esso un sensibile ritardamento del detto filone , acquisterebbero i laterali filamenti tal moto , onde tutte le parti egualmente , almeno al tenso , si movessero ; quindi resta manifesto , che poco o nulla contro dell' acqua operando le resistenze , altro non risentirebbero le sponde , che il peso dell' acqua , e pur che fossero valevoli a contenerla , sarebbero sufficienti ad impedire ogni loro squarciamento , anche quando esse sponde fossero superiori di livello alle Campagne aggiacenti . E per l'opposto , ove sensibile è il divario fra il corso del filone , ed il moto de' filamenti laterali , le resistenze delle sponde dovranno contr' operare gagliardamente , come il loro ufizio non è che di reazione contro la for-

za dell'acqua ch'eſſe devono ſoſtenere, e preciſamente con quel grado, che levano alla velocità del fiume; comechè poi eſſe reſiſtenze ſi oppongono in ſenſo contrario alla direzione perpendicolare, che partendo dal filone viene a riuſcire al punto, di cui ſi parla; però queſto non ſolamente dovrà ſoſtenere il peſo dell'acqua del fiume, ma eſſer ſuperiore di momento ancora a queſti *conati* laterali, formati dall'acqua impedita nel proprio corſo: e queſto è il modo col quale vengono ſforzati gli argini a cedere, oltre il naturale peſo dell'acqua, e quando ſi prenda il moto del filone come un *moto libero*, e che non riſenta delle reſiſtenze delle ſponde, ſi averà da un tal dato, il modo di ridurre a calcolo il valore di detto *conato* perpendicolare, che ſi pratica contro di eſſe ſponde, che vincer devono per non eſſere ſquarciate. CAP. XI.

II.

Corollario. Da ciò naſce, che le ſezioni de' fiumi a miſura, che ſono più veloci nel filone, meno ſieno immuni dalle reſiſtenze, ſenza che l'accelerazione del corſo poſſa ſupplire al biſogno, ſicchè il fiume non gonfj nelle parti ſuperiori: indizio ben ſarebbe del non eſſer deſſe ritardate, ſe egualmente tutti i filamenti dell'acqua ſi moveſſero; ed allora l'altezza viva dell'acqua nelle ſezioni ſuperiori nulla ſi aumenterebbe per la reſiſtenza delle ſponde, e gli argini nulla, oltre il gravame che loro recaſſe il ſolo peſo delle acque, riſentirebbero.

III.

Se un fiume di ſponde parallele AC, ZF, le di cui velocità orizontali venghino eſpreſſe per l'area BCDEF, il filone per RD, le minime velocità laterali per BC, FE, e l'altezza viva dell'acqua per BI, ſi debba allargare di maniera, che facendo la riva KL parallela alla ZF, ſucceda di paſſare per le ſezioni di queſto eguali quantità di acqua in egual tempo, e con velocità per tutta la larghezza così dilatata coſtante ed eguale alla maſſima RD del fiume più riſtretto. Sia dunque BI altezza viva della ſezione $= A$, BF ſua larghezza $= L$, CDE ſcala delle velocità, di cui l'area LV (chiamando V la ſua velocità); RD la velocità maſſima $= W$; l'altezza ricercata nell'alveo dilatato $= a$; e la ſua larghezza parimenti da trovarſi $= l$; Per tanto, ſecondo l'ipoteſi, ſarà l'equazione $LVA = alW$. ovvero TAV. VII. Fig. 6.

ro

CAP. XI.

ro $\frac{ALV}{W} = al$. Si conduchi nell'angolo ſemi-retto ABS la retta BSK; indi ſi faccia AV ovvero BT $= \frac{AV}{W}$, e ſi deſcriva l'iperbola OV tra gli aſintoti BG, BI, ſarà qualunque KG la larghezza ricercata = BG e GO ovvero BQ l'altezza pur ricercata, e per la natura dell'iperbola ſarà OG × GB = VA × AB, onde a qualunque larghezza BL corriſponderà l'altezza BQ, perchè ſegua il corſo con la detta velocità maſſima RD per tutta la detta larghezza.

IV.

Corollario. Generalmente dato un fiume, che corra con le velocità ritardate, la di cui larghezza ſia BL, ſe ve ne ſarà un altro di qualunque altra larghezza BF, che cammini con le velocità libere, ed eguali da per tutto alla maſſima delle ritardate, ſaranno le altezze vive dell'acqua reciprocamente, come le aree fatte dalle velocità, e dalle larghezze; attelocchè eſſendo $ALV = alW$ ſarà ancora A. $a :: lW. LV$; il che &c.

V.

Riducendo il Problema dall'univerſale al particolare, ſi figuri il fiume GBZF coll'acqua alta come BI, il di cui filone RD, ed il cammino meno veloce verſo le ſponde, come viene dinotato dalla curva delle velocità CDE; ſupponendo dunque che l'acqua diſcorrente per il filone RD ſia libera, nè riſenta in alcuna ſua parte la reazione delle ſponde; in tal caſo è certo, che ſe le dette ſponde foſſero ſommamente liſcie, tutta l'acqua di queſto fiume camminerebbe in ogni ſito con la velocità maſſima RD, ciò non oſtante, ridotta nel caſo delle reſiſtenze allo ſtato di *permanenza*, tanta quantità ne dovrà paſſare nella ſezione *ritardata*, quanta nella *libera*, dove in queſta paſſerebbe ſotto una minore altezza viva; Saranno dunque le BL, BF eguali cioè $L = l$, e perciò $\frac{AV}{W} = a$, vale a dire, che l'altezza ricercata ſarà nella ragione diretta di BI, e della velocità del fiume ritardato, e reciproca della maſſima velocità RD.

Sco-

V I.

Scolio. Sia in grazia di esempio RD velocità massima eguale a 8, e la BI altezza dell' acqua nella sezione ritardata 10; $V = 7$, sarà la BH altezza ricercata eguale a $8\frac{1}{4}$, onde lo scemamento dell' altezza verrà ad essere $\frac{1}{4}$ di un piede, ovvero un piede ed un quarto, e le resistenze saranno sempre proporzionali alli due trilinei misti CND, DEM, determinati dalla tangente alla curva NM del punto D, e dalla produzione di BC, FE in N, M; ovvero facendo che il filone cada appunto nel mezzo della NM, saranno come il doppio dell' area di CND, e tanto avranno di più a resistere gli argini oltre il peso naturale dell' acqua che devono sostenere. Rilevando dunque da' fenomeni la natura della curva CDE, tutto il rimanente si determinerà facilmente. Ma se RD non fosse la massima velocità *libera*, ma risentisse essa pure qualche ritardo dalle resistenze delle sponde; in tal caso l'argine o la riva soffrirebbe maggior impressione di quella, che il calcolo dimostrasse; ciò accade ne' fiumi non molto larghi. Indizio poi che la BD sia la *massima* e *libera*, sarà, se esaminando e riconoscendo i filamenti dell' acqua vicino al filone, saranno essi trovati in qualche numero progredire colla stessa velocità del filone stesso, cioè allor quando la curva termini per qualche spazio sensibile di qua e di là dal punto D nella tangente, oppure che nel detto spazio non declinasse da essa tangente, che insensibilmente.

V I I.

Come che un fiume a misura, che si allarga, meno risente delle resistenze delle sponde, così per l'opposto quanto egli si va più facendo stretto, vieppiù le prova; quindi al restringersi degli alvei, devono le sponde restar più tormentate non solamente dal peso dell'acqua, ma ancora dalle pressioni nate per la reazione delle dette resistenze: anzi se il fiume soverchiamente fosse ristretto, anche il filone stesso non potrà a meno di non restare impedito nel *libero* di lui corso: Essendo poscia varia la pressione, che fa l' acqua anche stagnante contro de' lati de' vasi, cosichè più vicino al fondo, sono maggiormente premuti, come si è veduto al numero IX del Capitolo II; Nella stessa maniera succedono gli sfiancamenti dell'acqua corrente contro delle sponde, i quali ove più la velocità è sensibile, più agis-

CAP. XI. cono contro delle medeſime, ſeguendo in ſomma da per tutto le leggi della detta velocità; ciò non oſtante il tormento maggiore delle ſponde non viene prodotto dalle dette potenze, ma bensì dalla corroſione, che riconoſce ben altri principj de' ſopradetti; per iſpiegare i quali è neceſſario da ſaperſi, che il filone dell' acqua di ſua natura dovrebbe occupar il mezzo del fiume, ma come che per ordinario le acque correnti per poco tratto conſervano la rettitudine, così abbenchè paja, che doveſſero le curvature obbligar l'acqua a tenerſi col proprio corſo maggiore verſo del mezzo del fiume, ciò non oſtante non poco declina queſto verſo la parte concava della detta curvatura. Sia il fiume ABCFED, che abbia la curvatura BCFE nel fine del tratto dritto AB, DE; Stia il filone GH nel mezzo del fiume: Se dunque in un aſſegnato tempo l'acqua del filamento GH ha forza di arrivare in I, un altro filamento parallelo al filone, ſituato più verſo la riva AB, come ſarebbe ML, non arriverebbe nel medeſimo tempo ſe non in L, percorrendo uno ſpazio minore del primo. Perchè poi ogni moto di ſua natura ſi fa per linea retta, per quanto ſi può, quindi tanto GH, che ML continueranno il più che loro ſarà poſſibile, con la direzione GH, nè ſi accoſteranno verſo BC, ſino a tanto che i filamenti fra AB e GI urtando nella concavità della riva non venghino da queſta obbligati a rivolgerſi verſo K, e così il filone GI paſſata la ſezione BE non più calcherà, come prima faceva, il mezzo del fiume, ma ſtarà più accanto della riva concava BC come in IN. Sbilanciato il filone, ed accoſtato a BC, deve queſta parte riſentire maggior preſſione della AB, ſito in cui per la ſuppoſizione, cammina nel mezzo, e quanto più vien preſſata la parte BC, altrettanto reſta ſollevata la EF; ove per ordinario rallentandoſi il moto dell' acqua, accadono le depoſizioni e le ſecche, il che ſerve poi a reſtringere maggiormente l' alveo, ed a caricare vieppiù la parte oppoſta BC.

TAV. VII. Fig 7.

VIII.

TAV. VII. Fig. 8. Nel fiume VZTY corrente da V in Z vi ſia ſu la ſuperficie poſta una corda perfettamente flеſſibile QFAS, raccommandata a due punti fiſſi Q ed S, ſi cerca la curvatura di eſſa corda, o ſia la natura della curva QFAS. Sia il filone del fiume NBAC; ſi conduca BP normale a queſto, e ſia eſſa l'aſſe della

Digitized by Google

la curva PMN, che rappresenti le velocità superficiali del fiume, cosicchè condotta FMH parallela al filone NBA, sia la MF quella che rappresenti la velocità competente al punto F; prendasi F*f* infinitamente picciola porzione della curva ricercata, e si conduchi pure la I*f* infinitamente prossima e parallela alla HMF. Sia FR il raggio del circolo osculatore della ricercata curva nel punto F, e da questo condottasi la tangente FC tagli la BC nel punto C; poscia prolongata la HF in E, di modo che FE sia eguale a MF; dal punto E alla tangente FC si lasci cadere la perpendicolare ED: I triangoli FED, FCB sono simili, sarà perciò FE. ED :: FC. FB, onde ED $= \frac{FE \times FB}{FC}$; ma sono simili anco i triangoli FG*f*, FCB, adunque sarà ED eguale ancora a $\frac{FG \times FE}{Ff}$: e perchè la forza assoluta di un fluido è come il quadrato della sua velocità, pertanto, se la FE come raggio esprime la stessa velocità, la DE seno dell'angolo d'inclinazione della particella della curva F*f*, rispetto alla direzione del fluido, dinoterà col suo quadrato la forza respettiva con cui il detto fluido urta la corda, onde la formola $\frac{FG^2 \times FE^2}{Ff^2}$ valerà questa stessa forza o resistenza; ma secondo a quanto ha dimostrato il Signor Giovanni Bernoulli nel Trattato della *Manœuvre des Vaisseaux* a carte 137, numero IV; la pressione o forza dev' essere reciprocamente proporzionale al raggio della sviluppata della curva in quistione; se dunque FR è questo raggio, sarà $\frac{FG^2 \times FE^2}{Ff^2} = \frac{1}{FR}$ equazione che darà la natura della curva ricercata.

IX.

Sia AB $= x$, BF $= y$, MF $= FE = a$, BC $= \frac{ydx}{dy}$; PB $= b$; PF $= b - y$, F*f* $= ds$; sarà FR $= \frac{dyds}{ddx}$, adunque per lo numero antecedente $\frac{uu\,dyy}{dss} = \frac{ddx}{dyds}$ ovvero $uudy^3 = dsddx$; Sia $b - y = u^m$ sarà $\overline{b-y}|^{\frac{2}{m}} = uu$, e sostituendo sarà $\overline{b-y}|^{\frac{2}{m}} dy^3 = ddxds$ (A)

CAP. XI. Sia $pds = dx$ onde $dpds = ddx$ facendo ds costante e $ppdxx + ppdyy = dxx$, oppure $ppdyy = dxx - ppdxx$ e $dyy = \frac{1-pp\,dxx}{pp}$ e $ds = \frac{dx}{p}$, sostituendo però nell' equazione (A) questi ritrovati valori, sarà mutata nella seguente $b-\overline{y}\,dy \times \frac{\overline{1-pp\,dxx}}{pp} = (dpdss)$ $\frac{dp\,dxx}{pp}$ che si riduce a $\overline{b-y}^{\frac{2}{m}}\,dy = \frac{dp}{1-pp}$, ed integrando $q - \frac{m}{2+m} \times \overline{b-y}^{\frac{2+m}{m}} = \int \frac{dp}{1-pp}$ in cui q è una quantità costante, e tale sarà l'equazione della curva ricercata.

X.

Scolio. Sia da integrarsi il membro $\int \frac{dp}{1-pp}$ si faccia $1-pp = \frac{1}{nn}$ onde $nn - nnpp = 1$ e $p = \frac{\sqrt{nn-1}}{n}$: sia in oltre $nn-1 = r$, e per tanto $2ndn = dr$, adunque $dp = \frac{dr}{2n\sqrt{r}} - \frac{dn\sqrt{r}}{nn}$, e sostituendo in vece di dr il suo valore $2ndn$, ed in vece di $\sqrt{r}$ il suo $nn-1$, sarà $dp = \frac{dn}{\sqrt{nn-1}} - \frac{dn\sqrt{nn-1}}{nn}$, e finalmente $\frac{dp}{1-pp} = \frac{dn}{\sqrt{nn-1}}$ che dipende dalla quadratura dell'iperbola, da costruirsi nel seguente modo. Nell'iperbola equilatera BD*d* sia AC $= n = \sqrt{\frac{1}{1-pp}}$; DC $= \sqrt{nn-1} = \sqrt{\frac{pp}{1-pp}}$; AB $= 1$;

TAV. VII. Fig. 9. il triangolo ACD $= \frac{n\sqrt{nn-1}}{2}$ ed il suo differenziale sarà $\frac{dn\sqrt{nn-1}}{2} + \frac{nndn}{2\sqrt{nn-1}}$, ed il suo doppio $dn\sqrt{nn-1} + \frac{nndn}{\sqrt{nn-1}}$, ma $dn\sqrt{nn-1}$ vale DC*cd*, dunque DA*d* valerà $\frac{nndn}{\sqrt{nn-1}}$; e pe-

rò

rò $\int \frac{dp}{1-pp} = ADC - BDC =$ al Settore iperbolico ABD, e per tanto $\int \frac{dp}{1-pp} = DAB = q - \frac{m}{2+m} \times \overline{b-y}\Big|^{\frac{2+m}{m}}$; Si chiami $DAB = s$, sarà $s = q - \frac{m}{2+m} \times \overline{b-y}\Big|^{\frac{2+m}{m}}$, e finalmente l'ordinata della curva $y = BF = b + \overline{\frac{2+m}{m} \times \overline{s-q}\Big|^{\frac{2+m}{m}}}$, il che era da ritrovarsi. Se dunque si prenderanno le Ff eguali da per tutto, e si determinerà BF eguale alla quantità predetta, si avrà il modo di descrivere la ricercata curva.

XI.

Se si supporrà la sponda di un fiume composta di parti omogenee, di una stessa grossezza e collegazione con le vicine; la forza del fiume scaricandosi sopra di essa non altrimenti, che sopra la corda considerata al num. VIII. di questo, quella tal sponda non prima cesserà di cedere alle impressioni, di quello porti il grado di essa forza, che la verrà a costituire in una figura curva, che non mai sarà ridotta alla sua vera forma, se non allora che la diformità delle impressioni a cagione di essa curvità, sarà ridotta ad incontrare da per tutto le stesse resistenze, ed insomma solamente allora quando averà acquistata la piegatura della corda, di cui di sopra si è parlato, ottenuta la quale, la riva non sarà più intaccata, e così si conserverà fino a tanto che altre circostanze non entrino a frastornare la detta disposizione, ch'è ciò di cui parla il Guglielmini nel Libro della natura de' fiumi al Corollario primo della Prop. 8. del Cap. VI.; Dal che resta poi evidente, che ove cada a percuotere la riva il filone del fiume, ivi debba essere il vertice di questa curva, o sia della corrosione, e che a misura della larghezza del fiume, anche più discosto debba cadere il detto vertice, quindi ne deriva, che i fiumi più grandi abbiano le loro volte o gombiate di maggior ampiezza, di quelle de' minori, ne potersi realmente chiamar corrosioni, quando il filone del fiume non viene a premere la sponda, formando ivi essa corrosione il proprio

CAP. XI. prio vertice. Egli è pur chiaro ed evidente, che ſtabilita che ſia la corroſione, reſtando in un perfetto equilibrio le reſiſtenze delle rive con la forza di ciaſchedun filamento dell' acqua, dee ſeguire, che la riva non reſti più tormentata nel vertice o centro di azione di quello ſia in ciaſcuna altra parte, ma che da per tutto ſoffrirà la ſteſſa preſſione, nè finalmente ſi cangerà l' equilibrio fino a tanto che non ſi cangino le circoſtanze, o dell' acqua che urta, o delle rive che reſiſtono.

XII.

Pretende il Barattieri al Capo ſecondo del Libro II. dell' Architettura delle acque, che eſſendovi da una parte del fiume una corroſione, e neceſſariamente dalla parte oppoſta, la ſpiaggia o renajo, dovervi eſſer *due pendenze ſopra le quali ſcorrono le acque, una naturale dal principio del naſcimento de' fiumi, ſino dove termina dentro del mare, e l'altra accidentale, che è da dove l'alveo è men profondo, cioè a dire dalla ſpiaggia alla parte, dove ſi getta la corroſione, e queſta* (ſpiegaſi egli) *poterſi dire accidentale, perchè reſta mutabile, ſecondo ſi vanno mutando gli effetti dei fiumi* ec. Il ſentimento dunque dell'Autore ſi è, che la ſpiaggia rivolti l'acqua o tutta o parte a caricar il filone, e la riva, che da queſto è poſta in corroſione, la qual coſa abbenchè poſſa verificarſi in qualche ſenſo, non può però ſeguire in riguardo della natura dell'acqua corrente, ma ſolamente riſpetto ad alcune circoſtanze, che poſſono alterare il moto del fiume dalla ſua origine fino al fine, nè tampoco può ſuccedere ſecondo le leggi della Statica, avvegnacchè mantenendoſi di livello la ſuperficie tranſverſa del fiume da riva a riva, nè mai l'acqua da deſtra a ſiniſtra paſſando, non può realmente aſſerirſi che nella medeſima ſezione camminar poſſa l'acqua, parte verſo il ſuo fine, e parte con direzione verſo della riva oppoſta; onde la propoſizione del Barattieri per queſto capo non ſi accorderebbe con le leggi del moto delle acque: contuttociò ſi verifica il di lui ſentimento, almeno in parte ſe non in tutto, ma per conoſcerlo è di meſtieri prender la coſa da ſuoi principj, e ben diſcerner quei accidenti, per i quali ſuccede un tal fenomeno di moto *accidentale*, come lo chiama il detto Autore. Ciò che fa reſiſtenza al corſo delle acque, oltre gli accidentali impedimenti di gombiate ed altri oſtacoli e reſiſtenze, ſi è il per-

pe-

petuo ſoffregamento, che l'acqua è obbligata a ſare e contro le rive, e contro il fondo: Del primo ne abbiamo parlato al numero XVII, e ſeguenti del Capitolo VII., e del ſecondo ne parlano l' eſperienza e la ragione, come ſi è eſpoſto a' numeri XIX., e XX. del Capitolo V. Anzi non ſaprei come meglio ſpiegare il modo con cui l' onda del mare ſi rompe ſulla ſpiaggia, ſe non col mezzo delle reſiſtenze, che l'acqua vi riceve in paſſando dal maggiore al minor fondo. Più di una volta mi ſono curioſamente trattenuto ad oſſervare la maniera, con la quale il mare infuriato ſpinge i ſuoi flutti al lido, ed ho veduto, che non sì toſto l'onda arriva, ove il mare perde il fondo, e comincia la ſpiaggia ſott'acqua, che eſs' onda ſi cangia di forma, ed in vece di conſervare la naturale ſua rilevatezza ſopra della ſuperficie dell' acqua, eſsa in avanzandoſi verſo del Lido, più progrediſce con le ſue parti più alte, che con le più vicine al fondo, di modo che non ſoſtentata l'acqua per il difetto di quella, che più tarda la ſiegue, cade e ſtrammazza furioſamente dall'alto ſull'acqua della ſpiaggia, e con ſtrepito e fragore genera la ſpuma, ſpargendoſi poi dilatatamente anche oltre il confine dell'orizonte del mare, procedendo in ſomma il fenomeno dal non progredire tutto il corpo dell'onda con pari paſſo nel di lei moto, comecchè queſti rieſce maggiore in ſuperficie, minore verſo del fondo, il che non accadendo per niente ne' luoghi di maggior profondità, chiara coſa è derivar lo sbilancio predetto dalle ſole reſiſtenze provenienti dal troppo vicino fondo, vedendoſi queſte valevoli a rattener di maniera il corſo dell' acqua benchè ſpinta dal vento, che riſpetto alla ſuperiore, rimane notabilmente rallentata nel proprio movimento. Può anch'eſſere, che l'azione del vento non penetrando gran fatto dentro dell'acqua, muova con maggior energia la parte di ſopra, con minore quella di ſotto.

CAP. XI.

XIII.

L' acqua corrente di un fiume ha la propria tendenza verſo lo sbocco, e deſume il ſuo moto dall' inclinazione che tiene verſo del ſuo recipiente ſia poi deſſo o il mare, o un altro fiume; e ſebbene l'acqua del filone cammina più veloce a qualche diſtanza dalle ſponde, viene ciò non oſtante regolato il ſiſtema del corſo dalla pendenza di tutto il fiume, da altro non naſcendo il ritardo

CAP. XI. tardo di una parte ſopra dell'altra, che dalle accidentali reſiſtenze dell'alveo nelle rive e nel fondo; Si può nientedimeno dare il caſo, che l'acqua viva di una ſezione ſi trovi di sì poca altezza, che le reſiſtenze del fondo eſtendino la loro azione aſſai ſenſibilmente contro tutta l'altezza viva dell'acqua, e queſte reſiſtenze poſſono eſſer di tal energia, che levino o del tutto, o quaſi intieramente il di lei moto progreſſivo, con cui camminar dovrebbe ſempre parallela al filone del fiume, il che quando ſuccedeſſe uopo avrebbe di ſtarſene o ſtagnante, o quaſi ſtagnante; ma perchè il filone non ritarda gran fatto il proprio moto, meno certamente riſentendo da dette reſiſtenze, però (almeno ne' fiumi reali e molto dilatati) non potrà conſervarſi in tale ſtato di coſe l'acqua di livello in tutti i punti della larghezza della ſezione, e potrà di qualche linea reſtar più baſſo il filone del rimanente di eſſa ſezione, di quell'acqua cioè, che diſcorre più verſo delle rive, e per tanto queſta potrà anco eſſer rivoltata da un tale sbilanciamento verſo di eſſo filone, il quale ſe per avventura ſi trova vicino alla riva oppoſta, verrà la medeſima maggiormente caricata coll' accreſcerſi la di lei corroſione all' aumentarſi di tal forza laterale, che abbenchè non paja camminar direttamente ad inveſtir il filone, nientedimeno nell'obliquità del corſo che deve aſſumere, viene a ſoſpingerlo verſo dell' oppoſta riva; con che reſta ſpiegato il Capitolo, di cui ſi è detto, del Libro ſecondo della Parte prima dell' Architettura di acque di eſſo Barattieri.

XIV.

Ogni fiume in qualſivoglia parte del proprio alveo, fuori de' monti, reſta ſoggetto alle rotte, vale a dire, ad eſtravaſare le ſue acque fuori del di lui letto per un' apertura che ſi fa nelle ſponde, ma non ogni rotta ſuccede nella medeſima maniera, concioſiacoſachè ovvero che i fiumi corrono incaſſati ſino ad una certa altezza de' loro argini, ovvero che queſti tengono tutta la loro acqua all'altezza dell'orizonte delle Campagne, oppure che hanno il fondo anche più alto del medeſimo orizonte, in tutti e tre i quali caſi rieſcono diverſe sì le cauſe delle rotte, che gli effetti delle medeſime. Sia HCFG la ſezione di un fiume con- TAV. VII. tenuto fra gli argini HC, GF. L'altezza di una maſſima pie- Fig. 10. na ſia BD, ed AE ſia la ſuperficie dell' acqua di eſſo fiume poſto in eſcreſcenza: Si produchi EA indefinitamente verſo M,

e da

e da queſto punto cada la perpendicolare PM. Sia poi la Campagna o in livello col fondo CF, come SO, o ſuperiore a queſto come RN, o del medeſimo inferiore come TQ, e le cadute reſpettive dell'acqua ſopra di eſſa ſarebbero per tutti e trei caſi, come MO, PM ed MN. E' poi da rifletterſi che in quattro diverſe maniere ſi fanno le rotte, cioè la prima per tracimazione dell' acqua, quando viene più alta del ciglio dell'argine, come ſe arrivaſſe in KL; La ſeconda per l'intacco, che ſi fa dell'argine dalle corroſioni, potendoſi queſti ridurre a ſottigliezza tale da non poter più reggere al peſo dell' acqua, onde ne rimane ſovente aperto. La terza, allora che i ſortummi delle acque, facendoſi aſſai vicini al piede dell'argine, incavernandolo, lo rendono incapace di reggerſi, mancandogli il fondamento; e la quarta finalmente, ſe qualche benchè eſiliſſimo pertuggio ſia o naturalmente, o artificioſamente introdotto nel corpo dell'argine, cioè o prodotto dal marcimento di radici di alberi, ſtati piantati nella groſſezza del riparo, o da Topi che ne traforano, come è lor coſtume, ſotterraneamente il terreno, oppure da qualche triſto e malizioſo, che con trivelle fori a dirittura l'argine ſteſſo. Abbenchè l'effetto della rotta ſia il medeſimo in qualunque modo ſucceda, nientedimeno molto diverſo rieſce il modo, con cui deſſe ſi aprono, come ſi anderà eſponendo.

X V.

L'acqua nella ſuperficie benchè corrente di un fiume, ritiene poca forza, coſicchè per vincerla, baſta di opporvi de' piccioli arginelli di terra della groſſezza di due piedi incirca, e talvolta il ſemplice ſolco dell'aratro, fatto lungo l'argine, che ad eſſer tracimato reſta eſpoſto, ſollevando la terra all' altezza di poche once, baſta per trattenere l'acqua, che non trabocchi, nè ciò ſolamente può praticarſi ne' fiumi di piccola portata, ma è in coſtume nello ſteſſo Pò, qualor minaccia di voler ſorpaſſare coll' eſtereſcenza l'argine: un tale ſfioramento di acque, abbenchè paja di poca conſiderazione, contuttociò, quando accade, ſlamina l'argine, e dà modo all'acqua di penetrar nel più interno dello ſteſſo, e di facilitare in poco ſpazio di tempo il di lui roveſciamento. Veramente ſul principio del produrſi un tal effetto, miſurandoſi la forza dalla ſola altezza viva IK, rieſce aſſai inſenſibile, ma penetrando l'acqua il cotico, e ſollevandolo in parte, lo riduce ad eſſer facilmente levato, onde corroſo il ciglio dell' TAV. VII. Fig. 10.

CAP. XI.

argine IH, l'acqua và ſempre più acquiſtando forza, per IN s'incanala, ed a poco a poco reſta abbaſſata la ſuperficie IH. A miſura poſcia di un tal abbaſſamento, creſcendo l'altezza viva dell' acqua deſcendente per eſſo argine, ſi riduce queſto a termine di diſtruggere e ſovvertire ogni difeſa che far poteva contro il fiume. A norma che la campagna è più alta, o più baſſa riſpetto al fondo del fiume creſce di momento la forza dell' acqua in diſcendendo per lo declive dell'argine INQ, accelerandoſi a miſura, che dal punto K ſi va ſcoſtando, quindi rendeſi valevole a corrodere e ſcavare in TQ, quando ciò far non poteſſe in SO, ovvero in BN, e ſecondo alla corroſione ſuperiore dell' argine, creſcendo ſempre di momento, va anche creſcendo ſempre di energia per ſcavarſi al piede dell'argine una qualche profondità, dal che rendendoſi debole vieppiù il fondamento di queſto, e l'acqua premendo inceſſantemente, in breve tempo reſta roveſciato il riparo, ed aperta la rotta. Tali accidenti arrivano ai fiumi per certe ſtraordinarie circoſtanze, che alle volte ſi uniſcono ad ingroſſarli eccesſivamente, mentre per altro l'altezza dell' arginatura reſtando determinata ſuperiore di qualche piede alle maſſime eſcreſcenze, pare che mai doveſſero nel modo predetto reſtar gli argini tracimati, contuttociò accadendo talvolta un predominio grande e continuato di Venti, e di quelli in ſpecie, che tengono più dell'ordinario gonfio il Mare, e che infilano direttamente lo sbocco del fiume, reſtando il corſo di queſto impedito nel proprio ſcarico, meraviglia non è, ſe i ripari vengono formontati: così ancora ſuccedono talvolta le piogge sì dirotte, e continuate, che gonfiando tutti ad un tempo gl'influenti, reſta il recipiente talmente ricolmato di acque, che ſi rende improporzionato a contenerle, onde anco per tal motivo ſi fanno inevitabili le rotte, delle quali ſi è parlato.

XVI.

Altre rotte ſuccedono a' fiumi per la debolezza dell' argine, quando cioè dalla corroſione reſti intaccato di modo, da ridurſi incapace a ſoſtenere il carico dell' acqua: comincia per ordinario la detta corroſione dal fondo, eſſendo che quivi l'acqua preſſata dal maggior peſo, ſcarna aſſai facilmente il piede del riparo, levato il quale non può più reggere la parte ſuperiore, onde a miſura dell'intacco del fondo, va diſtruggendoſi tutto il reſtante dell'argine; Egli è ben vero, che nel tempo in cui dura

la

la piena, abbenchè reſti il piede interiore dell'argine eſcavato e corroſo, sì dalla forza dell'acqua che ſoſtiene, sì per l'adeſione, che la medeſima fa agli argini, ſtanno queſti pur anco in piedi, abbenchè privi di fondamento in molta parte, ma non sì toſto danno giù le acque, che mancando del detto ſoſtentamento, cadono i ripari a grandi porzioni. Tanto ci accadde di vedere ſul finire dell'anno 1719, dopo che abbaſſatoſi il Pò dalla piena che aveva poco prima ſofferta, in viaggiando per eſſo da Pavia al Mare per occaſione della viſita generale, di cui ſpeſſe volte ſi è fatta menzione, a norma dello ſcemare dell'eſcreſcenza, cadevano lungh'eſſo fiume all'improviſo molte e molte pertiche degli argini, ſpecialmente in quelle parti, ove erano i *froldi*. Ciò non oſtante ſe il fiume è di fondo più baſſo delle aggiacenti campagne, non poſſono ſeguir sì agevolmente in eſſo le rotte, abbenchè, come ſi è eſpoſto, reſtino intaccati gli argini, ſe le ſole banche di dietro vagliono a contener l'acqua dall'eſtravaſazione, come ſi è potuto oſſervare alla Volta detta della Colombara nell' Adige a Luſia del 1721, quando dal corſo violentiſſimo, che ivi aveva l'acqua a cagione della vicina aperta rotta nella Volta inferiore di S. Franceſco, reſtò talmente intaccato l'argine, che altro non aveva, che la banca verſo la Campagna, e pure ebbeſi campo di fortificare detta banca in maniera, che non puote eſſer aſportata dall'acqua, benchè aveſſe un moto maggiore di ogni credere. Ma quando i fiumi hanno il fondo di livello, o anche ſuperiore alla Campagna, in tal caſo deve temerſi la rotta, anche quando l'acqua del fiume va ſcemando: Che ſe in vece di calare tornaſſe a creſcere, come non rare volte avviene, allora la rotta ſi rende, per così dire, inevitabile, mentre tracimando l'acqua l'altezza della rimaſta banca, con tutta facilità la ſquarcia, anche ſe il fiume aveſſe il fondo più baſſo della Campagna.

CAP. XI.

XVII.

La terza e quarta ſpecie di rotte ſuccedono per il trapelamento, che attraverſo dell'argine, o ſotto del medeſimo, può far l'acqua: naſce il primo caſo per ordinario da due cagioni, cioè o da fori, che nella ſolidità dell'argine, vi fanno talora i Topi, oppure dal marcirſi di qualche radice di albero, onde ſi laſcia il luogo alla penetrazione dell'acqua, ed al formarſi delle rotte. Anco con trivelle ben lunghe di ferro malizioſamente

CAP. XI. dagli uomini per qualche ſuo ſcellerato fine, ſi fanno ſuccedere le rotte, baſtando all' acqua per farle, ogni benchè picciolo buco, onde inſinuarſi. L'altro caſo viene prodotto dalla mala qualità del terreno, ſu di cui è piantato l' argine del fiume, potendo eſſer o di cuoro, o di altra materia facilmente permeabile all' acqua, ſotto della qual ſpecie cadono tutte le ſorgive, che nelle campagne a canto de' fiumi ſi oſſervano in que' paeſi, che ſono fatti a forza di alluvioni, ed ove altrevolte vi erano Lagune, Laghi e paludi, ne' quali, abbenchè gli atterramenti li rendino in ſtato di eſſer retratti, nientedimeno non penetra mai sì dilatatamente il lezzo e la belletta, che reſtino empite tutte le ſotterranee communicazioni, di maniera che i ripari non mai acquiſtar poſſono la neceſſaria perfezione. Quando dunque le campagne per le quali diſcorre un fiume ſiano ſtate prima della ſopradetta qualità, ſaranno queſte certamente ſoggette alle ſorgive, ed al pericolo delle rotte e delle inondazioni: di tal natura ſi è quaſi tutto il Ferrareſe, il Poleſine di Rovigo, ed il baſſo Padovano, queſti due ultimi Territorj riſpetto all'Adige, l'altro riſpetto al Pò. Ciò che in tal propoſito ſi rende parimenti rimarcabile ſi è, che il Poleſine di Rovigo predetto, dal Caſtagnaro allo sbocco dell'Adigetto vicino a Cavarzere tiene le Campagne ancor più baſſe del baſſo Padovano, che le ſta collocato dall'altra riva, ed il contrario ſegue fra eſſa bocca dell' Adigetto ed il Canal di Loreo, derivando ciò nelle parti ſuperiori per eſſerſi prima arginati quelli del Poleſine, che i Padovani, e nelle parti inferiori per eſſerſi ſempre voluta la Laguna di Venezia (che altrevolte arrivava all' Adige nelle vicinanze di Cavarzere) aſſicurata, perchè non aveſſe a ricevere le acque torbide di queſto fiume, ond' egli laſciato liberamente ſcorrere dalla parte deſtra, ha potuto rialzare notabilmente i terreni aggiacenti, reſi adeſſo dall' attenzione de' poſſeſſori in buona parte coltivati ed ubertoſi: generalmente però parlando, ove le Campagne ſono più baſſe, reſtano più ſoggette alle ſorgive, e per conſeguenza alle rotte, ed alle inondazioni.

Sia

CAP. XI. TAV. VII. Fig. 11.

XVIII.

Sia CHID parte di una ſezione di un fiume, il di cui argine ridotto in profilo ſia HABS; l'orizonte della Campagna GM; il fondo dell'alveo HI. Suppongaſi l'argine forato o da Topinare, o da radici di alberi marcite, oppure da qualunque altra cagione; intendaſi l'altezza ordinaria del fiume FE, ſe vi ſarà la communicazione ſotterranea EYKL, potrà l'acqua inſinuarſi per la ſtrada EKL ſino nella Campagna, coſichè prodotta la ſuperficie FE in Q, laſciando cadere la perpendicolare QL, ſarà la forza con cui l'acqua in L (preſcindendo dalle reſiſtenze, che incontra per la ſtrada tortuoſa EKL) ſarà per uſcire, come ſe la medeſima quantità di acqua cadeſſe dall'altezza QL, ed il movimento di eſs' acqua per ſcappare ſarà, ſecondo le note leggi della Statica come LQ moltiplicata nell' ampiezza del foro che ſomminiſtra l'acqua, ovvero come il quadrato della velocità nella baſe dell' acqua ch' eſce. Supponendo poi il fiume creſciuto in DC, allora figurandoſi prodotta la DC, ſi laſci cadere la perpendicolare al piano di Campagna, e qualunque de' due fori EL, HM, ſpingerà l'acqua con una forza eguale alla NM moltiplicata nel ſuo reſpettivo orificio. Così parimenti ſe vi foſſe il foro rZ attraverſo dell' argine, uſcirebbe l'acqua con la forza dovuta all'altezza PO &c. E ſe la comunicazione EKL tortuoſa s' incurvaſſe in K, di modo che il punto K foſſe più baſſo del livello della Campagna, nientedimeno la forza non ſarà già quella che compete alla perpendicolare RK, ma ſolamente quella ch'è dovuta alla LQ; mentre nel tubo recurvo EKL, le parti YK, KL pelando egualmente una contro l'altra, ſi vengono vicendevolmente a ſoſtenere, nè rimane altro ſforzo, che quello che proviene dall'altezza LQ. In molte altre maniere può darſi la comunicazione fra l'alveo del fiume e la Campagna; in tutte però ſuccederà ſempre uno de' caſi quì notati, e ſi ridurrà ſempre l'effetto alla meccanica qui ſopra deſcritta, in ordine alla forza con cui eſce l'acqua dall'alveo verſo la Campagna.

XIX.

Corollario I. Ne proviene da quanto ſi è detto, che le ſorgive poſſono eſſervi e non eſſervi, a miſura dell'altezza maggiore o minore del fiume, quando cioè le comunicazioni reſtaſſero al di ſopra della ſuperficie baſſa dell'acqua: che ſe rimaneſſero ſotto

to

CAP. XI. to di queſta, in tal caſo ſaranno perenni, ma avranno più o meno forza, ſecondo che il fiume ſarà più o meno alto, deſumendoſi ſempre il grado di queſta dalle altezze delle perpendicolari LQ, MN &c.

X X.

Corollario II. Reſta pur manifeſta la facilità che vi è, ov'eſiſtono le ſorgive, di aprirſi le rotte, mentre quando le comunicazioni EKL, HM portaſſero acqua lungo tempo, ed aveſſero molta velocità, come accade allorchè il fiume è ſul creſcere; in tal caſo niente vi è di più facile, che il dilatarſi queſte cieche ſtrade e rami di comunicazione, onde ridotte che ſiano a molta ampiezza di diametro, cade l'argine che ſopra vi incombe, e la rotta è fatta; tanto ſucceſſe nell'aprirſi della rotta nell'Adige detta di S. Franceſco a Luſia l'an. 1721 e tanto del 1737 all'Anguillara, e così quaſi in ogni altra di detto fiume, mentre traſcuratoſi di provedere ad una fontana, ch'era non molto diſcoſta dal piede dell'argine a Luſia, aſſorbì queſta improviſamente il riparo, ed aprì quella gran rotta, per cui ſi divertiva quaſi tutto il fiume a danno dell'ubertoſo Retratto di S. Giuſtina, ed in quella dell'Anguillara, abbenchè la ſontana foſſe a molte pertiche diſcoſta dall'argine, nientedimeno ſeguì la rotta coll'inondazione di tutto il baſſo Padovano.

X X I.

Circa al ripararſi dal pericolo delle rotte, ſi conſidereranno in primo luogo quelle che provengono da tracimazione di argine. O che dunque il ſormontamento dell'acqua è puramente accidentale per qualche ſtraordinaria piena arrivata all'improviſo, oppure, che da qualche tempo ſi è venuto in cognizione, che il fiume con l'altezza delle proprie eſcreſcenze arriva più vicino al ciglio degl'argini, di quello faceva altre volte; Se accade il primo, molto difficile è il riparar la diſgrazia, ſe niente è traſcurata; Se il ſecondo, converrà riconoſcere diligentemente ſe nuove acque foſſero ſtate introdotte nell'alveo, o ſe coltivati terreni di monte, che prima non ſi coltivavano, ſicchè le acque abbino campo da precipitare ſenza ritegno verſo dell'alveo, o finalmente, ſe il fondo del fiume per nuove depoſizioni ſia creſciuto, lo che ſarà da rilevarſi mediante diligenti livellazioni e ſcandagli, fiſſati a' ſegni ſtabili fuori del fiume; in tutti e tre i det-

ti casi conviene senz'altro rialzar, tantosto che si potrà, tutte le linee degl'argini, di modo che riescano questi più alti della massima escrescenza piedi due in tre. Un tal rialzamento sì per render minore la spesa, sì per guadagnar tempo si potrà effettuare nel principio mediante una semplice coronella, o come si chiama sul Pò, con un *sopraſoglio*, che non è altro, se non un piccolo arginello largo tre piedi in circa e alto due, piantato sopra del piano superiore dell'argine dalla parte del fiume, il quale abbenchè di sì poca mole, non è però che non possa convenientemente resistere, avendosi già detto della poca forza che ha l'acqua vicino alla superficie: in progresso di tempo, ma il più celeremente che sia possibile, si dovrà poi ingrossare il detto *sopraſoglio*, e ridurre alla larghezza del rimanente dell'argine. CAP. XI.

XXII.

Scolio I. In tutti i fiumi dello Stato Veneto, per tacere degli altri, si è avuto bisogno di simili rialzamenti, essendo di tempo in tempo sopravenute escrescenze tali, che per contenerle furono riconosciuti gli argini del tutto incapaci; sia poi stata la cagione o lo svegramento de' monti seguito da poco più di mezzo secolo in qua, o il riempimento del fondo per qualunque altra causa di deposizione di torbide. Due insigni documenti di tali alzamenti se ne hanno nel Pò, alla Polesella, ed alla Cavanella. La fabbrica del gran Vaso de' sostegni nel primo di questi luoghi, costrutta verso il termine del XV Secolo, non lascia angolo a dubitare, che l'altezza di quelle muraglie non fosse tale da contenere ben due piedi almeno, oltre le massime escrescenze, l'acqua del Pò; contuttociò adesso l'altezza di queste, come costa da' rilievi della Visita 1721 sotto li 18 Marzo, e primo Aprile, arriva a superare le coltellate di marmo che cuoprono il detto sostegno un piede ed once dieci di Bologna, cosicchè se a questi si aggiongeranno almeno due piedi di franco, ch' essa fabrica doveva avere sopra le piene, resta manifesto esser quivi seguito in poco più di due secoli, dacchè esso sostegno fu piantato, un rialzamento o di piena, o di fondo di quasi 4 piedi di Bologna. Così alla Cavanella si conosce pur cresciuto il fondo, essendochè si ha da' documenti del Magistrato alle acque di Venezia, che quando furono fabbricate quelle Porte del 1623, fosse l'edifizio tenuto sì alto da lasciar la massima piena di allora piedi 3 di Venezia sotto i marmi delle coltellate e coperte

di

CAP. XI. di marmo; e tanto si rileva dall' indubitabile documento registrato in certo Libro d'Itinerarj ne' seguenti termini. *Ritornato* (uno degli Esecutori di detto Magistrato) *alle Porte della Cavanella piantato su l'arzere dal Proto Contino il livello, si livellò diligentemente & con l'occhio proprio degli Illustrissimi Signori Essecutori si vide che sempre con l'acqua di Pò anco molto bassa li sarà piedi 4 di acqua sopra li sogieri di esse Porte, & con ogni maggior escrescenza piedi tre e più di fabbrica.* Ma nella Visita suddetta li 14 di Aprile fu rilevato, che le piene presenti superano due piedi di Bologna le coltellate di marmo delle Porte, dunque esse piene, superano le antiche di oltre 5 piedi, di maniera che in poco più di un secolo è seguito a detta parte un tale alzamento: La prolungazione della linea di quel fiume reale sarà facilmente stata la principal cagione di una sì riflessibile alterazione e disordine.

XXIII.

Scolio II. Del rialzamento del letto de' fiumi ne abbiamo un chiaro argomento anche dal celebre Vincenzio Viviani in quell' aureo suo Trattato indrizzato a Cosimo III. Gran Duca di Toscana, intorno *al difendersi da' riempimenti e dalle corrosioni de' Fiumi*; parlando dell' Arno, per cui veramente fece l'accennato Trattato; dice dunque a carte 25. *Ma tralasciata sì lunga digressione, benchè non in tutto fuor del mio assunto, e ripreso questo colà, dov' io l' interoppi: non è dunque al giudizio mio, e di que' che lo provan con loro pregiudizio, da mettersi punto in dubbio un perpetuo riempimento del letto di Arno, il quale, non segue già, come evidentemente si scorge per uniforme altezza in universale, nè per tutta la larghezza del medesimo letto, non potendo ciò mai avvenire ne' Torrenti, che pregni di materia grossa, sono forzati a deporla per via, or da una parte, or dall' altra, qua in maggiore e là in minor copia, ed a crearsi e mantenersi in qualche luogo un canale serpeggiante e continuato più profondo che altrove per lo scarico delle acque basse e perenni; il qual canale non si riempie, o si rialza a gran segno, quanto fa il resto del letto, di cui, ben concedo ancora, che l'alzamento e il riempimento non segua, che a poco a poco, ed il più del tempo per insensibile, ma però e' segue, e m' obbliga l'esperienza a non ammetter per ragioni quelle di chi tiene in contrario. Questo occupamento del Vaso, e di continente, dà causa alle piene di proccurarsi il luogo perduto, dentro le ripe*

più

più deboli, d'onde ne seguon le corrosioni, e Lunate, e di scorrervi ancora più alte, d'onde n'avvengono l'inondazioni. Da' quali sentimenti appare non solo, come di fatto siasi rialzato il letto di Arno, ma ancora il modo, con cui generalmente vadi esso rialzamento seguendo, a misura del quale, riconosciuto, com'è stato detto, diligentemente con la livellazione, e con lo scandaglio, si deve rialzar l'arginatura, cosicchè siavi in essa per lo meno due in tre piedi di franco sopra la massima piena. Una tal causa non sarà stata certamente l'ultima di aver prodotto il gravissimo danno risentitosi li 2 del passato Dicembre dalla Città di Firenze nell'improviso e grande allagamento, che ha fatto Arno con immenso danno della popolazione e dentro, e fuori di quella nobilissima Capitale. CAP. XI.

XXIV.

Le rotte o che accadono ne' fiumi incassati fra terra, almeno col loro pelo ordinario, mentre se sono anche nell'escrescenze più bassi delle Campagne, non possono seguir che corrosioni, ovvero succedono in que' fiumi, che il pelo basso hanno più alto delle Campagne, o finalmente in quelli che il fondo stesso del fiume hanno superiore alle medesime Campagne. Il chiudere quelle de' fiumi incassati, non è difficile molto, rispetto al serrare quelle de' fiumi, che o il pelo o il fondo tengono più alti delle Campagne, che inondano. Per sanare dunqne quelle rotte della prima maniera, converrà offervare le seguenti regole. Primo, di non intraprendere la chiusura avanti che l'acqua non sia incassata nell'alveo, vale a dire, prima che la rotta più non corra. Secondo: E perchè non succede rotta senza gorgo e nel sito ove stava l'argine rovesciato, e nella Campagna a canto di questo, e qualche volta, dandosi il caso, ch'esso gorgo si avanzi di molte pertiche verso della detta Campagna, però sarà ben da esaminare, se sia di maggior vantaggio il tirar il nuovo argine di figura circolare, schivando il gorgo, oppure tirarlo in linea retta, attraverso del medesimo gorgo: si fa di figura circolare allorachè questi è troppo profondo, e si traversa quando non è tale, in linea retta; per lo più però nelle maggiori rotte de' grandi fiumi è di mestieri gettarsi alla figura curva, come si è fatto nel chiudersi della gran rotta Contarini nel Pò l'anno 1726. Terzo: Non si ha a cercare che il nuovo argine a misura che si porta la terra resti stabilito, ma basta

CAP. XI. anco talvolta ammontonare la terra nel ſito, ove anderà eretto, riducendola con le maggiori ſcarpe poſſibili, e ciò perchè ſe il fiume nell'atto di ſerrar la rotta ſi poneſſe in eſcreſcenza non roveſci i lavorieri, il che non ſuccederà, purchè l'acqua non ſormonti in altezza i fatti ripari. Quarto: Si comincierà l'argine o l'ammaſſamento del terreno dall'uno e dall'altro termine della rotta per unire poſcia nel mezzo il lavoro. Quinto: Nel condurre la terra per la formazione dell'argine ſi adopereranno animali per condurre le biroccie, e ciò ad oggetto di maggiormente calcare ed aſſodare la terra, e in difetto delle biroccie converrà moltiplicare la gente. Alla predetta Rotta Contarini, mancando il modo di avere tanti animali e biroccie, fu ſupplito coll'impiego di 1500 perſone, eſſendo ſtata quell'opera di eſteſa ſopra le 1100 pertiche; nè il Pò, abbenchè creſceſſe nel tempo del lavoro, puote recarvi pregiudizio alcuno. Seſto; Tirando poſcia l'argine nelle ſue vere linee e profili, ſi avrà la mira di laſciarvi la ſcarpa di due piedi per piede di altezza verſo Campagna, e di piede per piede verſo il fiume. Settimo; ogni nuovo argine, che ſia fatto per chiuder qualche rotta, avrà ad eſſer munito di una conveniente banca all'altezza in circa delli due terzi di tutto l'argine, e ſe la Campagna ſia aſſai baſſa, ſi farà in oltre altra ſottobanca, la metà più baſſa della prima, onde reſti l'argine perfettamente aſſicurato e difeſo. Sia in grazia di eſempio FGABCD il corpo dell'argine; la di lui ſcarpa verſo del fiume BC ſia di piede per piede, ma quella verſo della Campagna AG ſia di due piedi per piede; HGFI ſia la banca; HL la ſua ſcarpa inclinata, come quella dell'argine; MLKNO la ſottobanca, parimenti inclinata nella ſua ſcarpa MO, come le altre, e tutto il corpo OMLHGABC ſarà tutto il profilo dell'argine, che avrà a reſiſtere alla forza dell'acqua. Ottavo: è d'avvertire, che la ſuperficie AB ſia un poco inclinata verſo del fiume, perche le acque piovane non ſi poſſino fermare con danno del terreno e del riparo. Al contrario i piani della banca e ſottobanca vanno tenuti con qualche pendìo verſo la Campagna per il medeſimo motivo. Nono; ſe la terra con cui ſarà coſtrutto l'argine non foſſe della più perfetta qualità, ma aveſſe del ſabbioniccio, in tal caſo ſaranno da coprirſi le ſcarpe con arelle doppie ben ficcate co' ſuoi cavicchj o terraficoli, acciocchè reſtino difeſe dal vento, e dagli animali, che ſopra vi poteſſero paſſare. Decimo; e finalmente al piede di eſſo argine in C ſarà da ergervi

TAV. VII. fig. 12.

un

un paradore a palificata con viminatura se il fiume è grande, e soffre i pali, ovvero ancora se il corso lo tolera, formarlo di doppie arelle raccomandate a proporzionati pali, e nell' una e nell'altra maniera acciocchè l'acqua arrivi stanca al piede dell' argine, e deporre vi possa la torbida che seco porta. Alla rotta Contarina, di cui si è detto, e le scarpe in molta parte, ed il dinanzi fu coperto con le dette arelle con buona riuscita. CAP. XI.

XXV.

Scolio. Le rotte del Pò, come che ha egli la sua superficie bassa, inferiore a quella delle aggiacenti Campagne, si prendono sempre nel modo antedetto, variandosi solo nella grossezza maggiore o minore de' ripari, essendo che quanto più il sito della rotta è distante dal mare, altrettanto tiene bisogno di maggior grossezza de' detti ripari, volendosi intendere però di quella distanza, che può arrivare alla maggiore intumescenza possibile del fiume, o sia al ventre della piena, di cui si è detto al numero XXXIII e seguenti del Capitolo IX, giongere nel Pò verso di Borgoforte sul Mantovano, passato il qual sito, non crescendo essa piena a tant'altezza, non ricercherà poi, che ripari proporzionati. Egli è ben vero, che in queste parti più lontane, avendo il Pò assai più declivio, che nelle parti inferiori, e per conseguenza una maggior velocità, converrà regolarsi anche secondo un tal accidente per stabilir adeguate difese; ma è ancora vero, che trovandosi in dette situazioni le Campagne altrettanto più alte, che più verso il mare, non potranno gli argini risentire dell'impeto maggiore dell'acqua a causa della maggiore inclinazione, che per molto poco della loro altezza, è assai vicino al loro ciglio, dove il momento della forza, da quanto si è esposto al numero V del Capitolo X, va sempre scemando fino a ridursi in nulla, onde la detta maggior velocità dell'acqua non potrà tanto operare, che obblighi ad ingrossar gli argini più del dovere. In fatti nel Piacentino e Cremonese nulla hanno a che fare le arginature in paragone di quelle delle parti inferiori del Mantovano, Ferrarese, e Veneziano, nè queste in paragone di quelle oltre della Cavanella, e ciò per li detti motivi della forza variante del fiume a misura de' diversi siti, ne' quali viene considerata.

CAP. XI.

XXVI.

Abbenchè però le rotte ſopradette ſembrino e le più facili a prenderſi, e ciò che più importa, preſcindendo dall'inondazione ſino che dura il fiume alto, ſenza che rechino altre più funeſte conſeguenze, nientedimeno poſſono qualche volta eſſer fatali, e dar luogo alla diſalveazione di tutto il fiume con immenſo danno delle Provincie; accade ciò, quando eſſe rotte formano cavamento tale, ſicchè col mezzo di altri canali, e della maggior brevità del cammino per paſſar al mare, in vece di ſparger l'acqua dilatatamente per le Campagne l'uniſcono in un ſolo canale, formando un nuovo fiume; tali rotte vengono dette comunemente in *cavamento*, e ſpaventano i popoli nel dubbio di qualche poſitivo diſalveamento, come accadde ſul terminare del ſecolo decimoſecondo a Figaròlo nel Pò, quando apertaſi poco inferiormente a queſta Terra da un certo detto Siccardo maliziosamente la riva ſiniſtra del Regio fiume, non puote mai reſtar chiuſa per quanta attenzione e fatica vi ſi poneſſe da' Ciſpadani, coſicchè dentro lo ſpazio di non molto tempo, formatoſi un giuſto alveo, ed unitoſi ad altri canali trovati prima di arrivar al mare, puote formare dalla Stellata a queſto il moderno Pò di Lombardia, o di Venezia che ſi dica; ed abbenchè allora non ſi perdeſſe il Pò maeſtro che andava per Ferrara al mare, per i due alvei di Volano e Primaro, nientedimeno per varj accidenti ſeguiti negli ultimi ſecoli, ſi è poi queſto tronco maeſtro perduto affatto, rivoltataſi l'acqua tutta per eſſo Pò di Venezia; ed ecco quali effetti funeſti poſſa produrre una rotta o traſcurata, o in ſito che renda impoſſibile la di lei preſa anche ne' fiumi che corrono col loro pelo ordinario incaſſati fra terra, non che in quelli che alle Campagne lo tengono ſuperiore, per tacere di quelli che ſino il fondo tengono più alto di eſſe Campagne.

XXVII.

Molto maggiore è l'impegno di prender le rotte di que' fiumi, che per ſtare col loro pelo ordinario più alto delle Campagne, ſempre corrono, anche dopo che ſi ſono abbaſſati; camminano queſti per l'aperta rotta con le loro acque tanto veloci per la baſſezza degli aggiacenti terreni, che quaſi tutte le rivolgono in eſſi, ſpargendole poſcia largamente per le Campagne, inondando il paeſe, otturando i ſcoli, e rovinando le fabbriche che incontrano.

Per

Per concepire in qualche modo la gran forza dell'acqua in discendere nelle Campagne, intendaſi AZOFEP la ſezione del fiume; l'argine ſquarciato dalla rotta ſia EPQS; L'orizonte dell'acqua alta, allorchè ſuſſiſteva l'argine ſia ABC; l'altezza viva dell'acqua con cui ſarà caduta nel primo momento dello ſquarciarſi, ſopra la Campagna, ſia la BE; l'altezza dell'acqua nella Campagna la HY, eſſendo il piano di queſta EH; tolto dunque l'argine EP che ſerviva all'acqua di appoggio, dovrà inclinarſi verſo della rotta, acquiſtando prima l'inclinazione AYI, e poi ſgorgata che ſia per qualche tempo, la ZVYI, dovendoſi per neceſſità abbaſſare il fiume nella libera uſcita, che ritrova per l'apertura di eſſa rotta: cadendo dunque dal principio l'acqua da B in E, non potrà di meno di non eſcavarſi il gorgo FTH ſotto del livello della Campagna, e poi ridotto il pelo nell'inclinata ZI, caderà pur anche l'acqua per la DE, e ſarà il momento della prima caduta al momento della ſeconda ſuppoſta la medeſima larghezza della rotta come BE a DE; quando i punti E ed Y ſiano nella ſteſſa orizontale.

CAP. XI. TAV. VII. Fig. 13.

XXVIII.

Perchè il fiume non ſolo prende l'inclinazione AI, e poi la ZI nella ſola ſezione dirimpetto alla rotta, ma deve formarſi la cadente delle parti ſuperiori ſopra il punto E, vero fondo della rotta medeſima; così per molto tratto nelle occaſioni delle aperture degli argini ſi vede con gran corſo muoverſi l'acqua verſo di queſta parte, dalla qual violenza di moto ne ſegue poi un altro graviſſimo diſordine, ed è quello della rovina delle arginature, non eſſendo poſſibile che reſiſter poſſino a non eſſer ſcarnate e corroſe in moltiſſimi ſiti, ed in quelli principalmente, ove il filone del fiume ſtrifcia al piede delle medeſime; Che però non mai vediamo accaduta una rotta ſenza che ſucceda per lunghiſſimo tratto il dirupamento interno de'ripari. Intendaſi dunque nella ſezione del fiume in eſcreſcenza AZOFEP, gli argini AZ, PQSE, de' quali PQES venghi roveſciato fino in ES, l'acqua però trovando maggior facilità ad uſcire per queſta apertura, che a progredire per l'alveo naturale del fiume, vi ſi ſcaricherà per la medeſima parte, prima ſecondo tutta l'altezza BE, poi ſucceſſivamente per la DE, e finalmente per la VE con il momento che ſarà proporzionale all'apertura predetta, cioè ſe la larghezza, che occupa l'acqua nella rotta è ſempre

CAP. XI. pre la ſteſſa, in ragione delle predette altezze, eſſendo che ſono come le maſſe nel quadrato della velocità, ed il quadrato di queſta, come l'altezza dell'acqua; ſe poi varia foſſe la larghezza occupata dall'acqua della rotta ed in piena e dopo di queſta, ſarà eſſo momento in ragione compoſta delle altezze predette, e della reſpettiva larghezza dell'acqua: dovendoſi avvertire, che le predette altezze ſono le ragguagliate, eſſendochè i ſpecchj delle rotte non ſono già rettangoli, ma bensì formati eſſi pure irregolarmente, come le ſezioni dei fiumi.

XXIX.

L'acqua appena uſcita dall'anguſtia della rotta, trovando la campagna dilatata, deve per queſta tutta ſpanderſi, però caverà bene al piede dell'argine il gorgo FTH, qualche volta molTAV. VII. Fig. 13. to profondo, ma la di lui eſteſa non ſarà che di poche pertiche, perchè l'effetto non può ſuperare la ſua cauſa. Da altro motivo ancora vengono prodotti i predetti gorghi, cioè allor quando per ſotterranei meati introdotta l'acqua in campagna, ſi leva finalmente in collo l'argine, e quanto i detti meati ſono più profondi, tanto più profondo rieſce anche il gorgo, diſpoſta ch'è la terra dalla penetrazione dell'acqua ad eſſer facilmente aſportata. Dietro a' fiumi arginati ſi veggono molti e molti di ſimili gorghi, laſciandoſi d'ordinario fuori dell' argine, talvolta però, come ſi è eſpoſto al numero XXIV. di queſto ſiamo obbligati a prenderli dentro del riparo verſo del fiume; Sono dunque eſſi laddove ſi ſcorgono ſempre indicio di rotte altrevolte ſeguite.

XXX.

Ma non sì toſto l'acqua della rotta è uſcita dall' alveo, ed ha oltrepaſſato il gorgo ES, che ſe trova la campagna aperta e non chiuſa da arginature, ſi eleva a pochiſſima altezza ſopra della medeſima, ma ſe reſta impedita da qualche argine trasverſale, coſicchè dopo allagato un tratto di campagna, non abbia eſito, allora ſi alza ſino a pareggiare il livello del fiume, ſe però quel tal argine o naturalmente, o artificialmente non ſi venghi ad aprire, mentre allora ſi riduce l'acqua alla ſola altezza, o poco più, come ſe argine alcuno non vi foſſe, di modo che ſe in grazia di eſempio dopo ceſſata la piena, la caduta dell'acqua dal fiume nella Campagna è la VE, inclinandoſi il fiume per

la

la ZVY, ſarà l'altezza nella Campagna la HY. Il corſo per altro è molto violento, non oſtante che l'acqua abbia poca altezza, almeno per qualche buon tratto, ed a miſura che l'altezza, da cui cade, è maggiore, o minore. Nè prima ceſſa da allargarſi eſſa rotta, di quello che non ſia reſa proporzionata al corpo, che deve ſcaricare, quando bene qualche forte tivarro o altro ancora più ſolido impedimento nell'argine non proibiſca l'ulterior dilatazione della rotta, nel qual caſo ſempre più violento ſi mantiene il corſo. CAP. XI.

XXXI.

Aperte che ſono le rotte deve per neceſſità il fiume ſtarſene aſſai più baſſo del ſolito, quando eſſe rotte ſiano di quelle, che ſempre corrono, come accade ne' fiumi, il pelo de' quali ſi conſerva in ogni tempo più alto delle Campagne; quando però ſi abbia a fare il calcolo delle maſſe dell' acqua, che paſſerà, o per il fiume poco ſuperiormente alla rotta, o per la rotta medeſima, o per l' alveo inferiormente alla rotta, allora volendoſi ſervire dell' altezza viva dell' acqua per calcolare la velocità, non produrrebbe di gran lunga la vera ſtima, eſſendochè troppo rapido è il moto, che l'acqua in quelle vicinanze concepiſce per la rotta. Il più ſicuro ſquittinio ſarebbe quello d' indagare i gradi del moto, come fu eſpoſto al num. V. e ſeguenti del Capitolo V., ma il collocarſi con barche in rotte o vicino a rotte, porta ſeco e della difficoltà, e del pericolo; ſi crede dunque che non ſi andaſſe molto lungi dal vero, ſupputando le velocità non in ragione delle altezze vive delle acque o del fiume o della rotta elevate a qualche dignità, ma bensì ſecondo all' altezza viva e ragguagliata dell' acqua, che avrebbe il fiume, come ſe alcuna rotta non foſſe aperta, il che ſi potrà ben rilevare, e dalla depoſizione de' pratici, ed anche col ricercare, in parti però molto lontane dalla rotta, lo ſtato dell' acqua, e riportarlo con le neceſsarie circoſtanze al ſito in quiſtione; quando però ſi faccia queſta ricerca in tempo di acque ordinarie, e magre, ſarà ſufficiente l'indagare da paeſani a qual altezza ſtava l'acqua nel detto ſtato, prima che la rotta foſse aperta, mentre al certo, riſpetto alle parti ſuperiori e molto lontane dove la chiamata della rotta non ſi riſente, l'acqua cammina con quell' altezza, che camminerebbe all'incirca ſe niuna rotta vi foſſe, onde lo ſcarico potrà calcolarſi, come prodotto dalla for-

za

CAP. XI.

za totale, che avrebbe l'acqua, se mantenuta fosse all'ordinaria sua altezza: ch' è quanto si può raccogliere in una cosa tanto lubrica ed oscura, onde andare ne' calcoli il meno errati, che sia possibile.

XXXII.

TAV. VII. Fig. 14.

La larghezza dell'alveo superiormente, ed inferiormente alla rotta, sia CD=LM; L'altezza dell'acqua superiormente ad essa rotta, che si suppone dover correre sia BE, la qual altezza se non fosse la rotta, s'intenda che fosse BA=NO: L' altezza viva che tiene la rotta nel suo specchio sia HK, e quella che ha l'acqua nell' alveo inferiormente alla rotta, NP: mediante le palificate, o altra operazione sia ridotta la larghezza o apertura della rotta FG ad essere FS, durando nello stato di permanenza l'acqua, come prima, anche dopo il ristringimento predetto; debbasi trovare a qual altezza BR, HQ, NT salirà l'acqua, supponendosi questi aumenti a maggior facilità tutti eguali, abbenchè rigorosamente parlando la RE dovesse essere un pò maggiore di KQ e di TP, ma potendosi considerare questa differenza come insensibile, si potranno prendere come eguali i predetti accrescimenti; dicasi $AB=IH=ON=a$; $CD=LM=b$, $BE=c$, $HK=d$, $PN=f$, $FG=m$, $FS=n$, $RE=QK=TP=x$; sarà $BR=c+x$, $HQ=d+x$, $NT=f+x$, onde per i principj statici (supponendosi bensì il corpo dell'acqua essere il prodotto della sua altezza viva nella larghezza della sezione, ma la velocità desumendosi dall' altezza BA, che avrebbe se la rotta non fosse aperta, almeno per rapporto delle parti superiori, e del sito di essa rotta) sarà l'equazione $b \times \overline{c+x}\sqrt{a} = n \times \overline{d+x}\sqrt{a} + b \times \overline{f+x}\sqrt{f+x}$ prendendosi la sola NT nell'alveo inferiore per l'altezza, che dà la velocità, essendochè l'acqua non si muove, se non coll'impulso di questa, a differenza di quella, che si muove e nella rotta, e nell' alveo superiore in vicinanza di questa, onde sarà ancora $b \times \overline{c+x}\sqrt{a} - n \times \overline{d+x}\sqrt{a} = b\overline{f+bx}\sqrt{f+x}$, ovvero $\overline{bc+bx-ad-nx}\sqrt{a} = \overline{bf+ba}\sqrt{f+x}$, e facendo $bc-nd=rb$; $b\times-n\times=t\times$, sarà $a \times \overline{rb+tx}^2 = \overline{f+x}^3 \times bb$, e finalmente l'equazione del terzo grado $x^3+3fxx+3ffx+f^3=0$.

$$-\frac{att}{bb}-\frac{2arbt}{bb}-\frac{arrb^3}{bb}$$

sia

CAP. XI.

ſia $3f-\frac{att}{bb}=l$, $3ff-\frac{2arbt}{bb}=b$; $f^3-\frac{arrb^3}{bb}=k$, e l'equazione ſarà ridotta a $x^3+lxx+bx+k=0$, e facendo $z-\frac{1}{3}l=x$ per levare il ſecondo termine, ſarà $z^3*-\frac{1}{3}ll\,z+\frac{11}{243}l^3=0$
$+b\quad-\frac{1}{3}bl$
$+k$

e di nuovo prendendo $\frac{1}{3}ll+b=p$, e $\frac{11}{243}l^3-\frac{1}{3}bl+k=q$ ſi cangierà in $z^3*-pz+q=0$, da cui è facile tirar il valore della radice z, e finalmente da queſta quello di x, che ſarà $x=z-\frac{1}{3}l$

$=\sqrt[3]{\frac{1}{2}q+\sqrt{\frac{1}{4}qq+\frac{1}{27}p^3}}-\sqrt[3]{-\frac{1}{2}q+\sqrt{\frac{1}{4}qq+\frac{1}{27}p^3}}-\frac{1}{3}l.$

XXXIII.

Scolio. Per dare un eſempio; ſia in once, AB=a=80 (e pur in once tutte le altre quantità) CD=b=2880; BE=c=60; HK=d=50; PN=f=36; FG=m=1000; ſarà fatte le debite riduzioni e calcoli l=34; p=953; q=36259; onde l'equazione ſarà mutata in $z^3-953z+36259=0$, ed x ſarà per la formola ſoprapoſta eguale ad once $12\frac{2}{3}$, e tanto ſarà l'accreſcimento per il reſtringerſi della rotta, quindi l'alveo inferiore comincierà ad avere un piede di acqua di più a comodo della navigazione, ſe il fiume ſarà navigabile ed a vantaggio di levarſi gli abbonimenti, che ſaranno ſeguiti per la rotta: a miſura per tanto del reſtringimento, anderà ſempre creſcendo l'acqua nel fiume, e ſi potrà indagare la quantità di queſto aumento col metodo ſopradeſcritto.

XXXIV.

Sia la rotta ACDE accaduta all' argine deſtro del fiume FGAD, coſicchè l'acqua per la maſſima parte ſi ſcarichi per eſſa apertura AD, ſenza mai ceſſare, eſſendo per la ſuppoſizione il pelo del fiume ſempre più alto in qualunque ſtato di acqua della ſuperficie della campagna. Armate che ſiano le teſte della rotta, ſe tale ſia il loro biſogno, di buone palificate, perchè di vantaggio la bocca non ſi allarghi, la prima operazione ſarà quella di piantare una lunga palificata, che cominciando in A cioè da 20. pertiche in circa ſuperiormente a C, ſi eſtenda attraverſo della rotta, come AB, potendo fare con la direzione dell'argine, a cui ſi raccomanda un angolo di 170 gradi incirca, ed in tal modo verrà dolcemente a reſpinger l'acqua verſo l'alveo

TAV. VII. Fig. 15.

CAP. XI.

inferiore del fiume H, e si proibisca per quanto si può l' uscita dell'acqua per la rotta. Chiamasi questa palificata così disposta, *paradore*, preso il nome dall'effetto, concioschè rivolge e spinge l'acqua altrove dalla direzione acquistata per l'apertura dell' argine. Il *paradore* vuol esser fabbricato con pali ben lunghi, forti e spessi cioè testa con testa, perchè possa, e reggere al carico violente dell'acqua, ed impedire che questa in minor quantità, che sia possibile non si diverta nella rotta; va egli ben legato con traversali filagne, ed anche assicurato, ove il bisogno lo ricerchi con pali di appoggio, in quella guisa che resta espresso al numero XXXVII. del Capitolo precedente; fatto che sia e ben assicurato il *paradore* nel modo predetto, si osserverà l'acqua contenersi nel fiume più alta di prima, facendo questo riparo in sostanza un vero restringimento della rotta, come si è esposto ne' due numeri precedenti, anzi dall'estesa di esso *paradore*, e dal contenere più o meno l'acqua, si potrà col metodo del numero antecedente calcolare quant'acqua di più resterà nel fiume, fatta che sia quella difesa di una data lunghezza, ma perchè fra palo e palo, per quanto l'arte proccuri di ben addattarli, pur vi passa dell'acqua, perciò ad oggetto che il calcolo possibilmente si accosti al vero, si potrà sempre dissalcare un terzo: cosicchè se in grazia di esempio sarà stabilita la lunghezza del *paradore* di pertiche 50, si potrà conteggiare, come se fosse di un terzo meno incirca.

XXXV.

Scolio. Non è però, che molto tempo prima d'intraprendersi formalmente la chiusura della rotta debbasi piantar il *paradore*, come di fare parerebbe idoneo a motivo di rattenere il più che fosse possibile l' acqua nel fiume, e ciò perchè il violente corso escaverebbe a canto di questa palificata delle profondità riducendo deboli i pali stessi, e sovvente anco per poca escrescenza, che sopragiungesse, ponendo in pericolo essa palificata di esser rovesciata: quindi è che l' impianto del *paradore*, deve bensì anteporsi a tutte le altre operazioni, quando siasi nel caso dell'otturazione della rotta medesima, ma poco dopo all'erezione di questo, devono susseguitare gli altri lavorieri, destinati nel più breve tempo a chiuder, ed assicurare l'apertura. Si è detto che i pali de' *paradori* devono esser posti senza sensibile intervallo uno a canto dell'altro, il che si deve intendere de' *para-*

radori fatti per le rotte di maggior impegno, e dove il corso dell' acqua è molto grande, cosicchè tolta questa circostanza, si potranno anco ergere con pali alquanto fra di essi discosti, e fino ad avere la distanza fra palo e palo, quanto porta la grossezza di uno de' medesimi, ed anche qualche cosa di più, ma dovranno poi essere tessuti con fraschumi di vimini ben assicurati con degorenti e lattole, servendo tal inviminatura per impedire sempre più il corso dell'acqua fuori dell'alveo, nè sarà mal a proposito l'inviminare in qualche modo anco *que' paradori*, ne' quali non rimangono intervalli, se non piccioli fra palo e palo per supplire al difetto del combaciamento, ma in tal caso l'inviminatura dovrà esser posta a ridosso della palificata, non potendosi tessere fra i pali, per la distanza che manca, tra l'uno e l'altro. CAP. XI.

XXXVI.

Alla costruzione del paradore si dovrà poi far seguire l'impianto della palificata maestra, come la DF, ed è da avvertire, che tal volta conviene formar il paradore QR, separato affatto dalle palificate che hanno a servire per l'otturazione della rotta, se il corso è precipitoso, ma talvolta il paradore A *b* può servire alle operazioni che si fanno per l' effettiva chiusura della medesima rotta. La palificata maestra dunque spiccandosi dalla parte sinistra della rotta anderà dirittamente verso la destra, e a un dipresso nel sito in cui caderebbe il piombo del ciglio dell'argine dalla parte del fiume, e questa si avvanzerà fino che arrivi a coprire il margine destro della rotta, senza che si proseguisca fino ad attaccarsi alla riva, essendochè la contropalificata maestra supplirà a questo difetto. I pali per la costruzione di essa palificata maestra devono esser ben fitti, vicini l'un all'altro, come quelli del paradore ben legati con filagne, ed assicurati insomma nella più valida maniera, dovendo anco servir di appoggio al paradore, quando così lo ricerchino le circostanze, e ciò mediante le catene o pali trasversali *ab*, *a b* ec., ed in tal maniera rimarrà ancora di vantaggio impedita l'uscita dell'acqua dalla rotta, crescendo nel fiume tanto superiormente, che inferiormente di essa, ed appoggiandosi a queste palificate maggior quantità di acqua, sarà anco maggiore la resistenza che faranno, e per tanto non si dovrà differire TAV. VIII. Fig. 1.

CAP. XI. rire il ſollecito impianto delle altre palificate, perchè ſi poſſa quanto più preſto cominciare il nuovo argine.

XXXVII.

Alla palificata maeſtra deve ſuccedere la contropalificata, e quando ſi poſſa, deve eſſer queſta piantata nel medeſimo tempo che la prima, coſicchè cominciandole tutte e due alle reſpettive teſte de' loro argini ſi vadino ad incontrare, a motivo che con più forza reſti inibito il corſo all'acqua. La diſtanza della contropalificata dalla palificata maeſtra dovrà eſſere quanto comporta la larghezza del piano ſuperiore dell'argine, di modo chè ſe la detta palificata maeſtra, deve ſtare a piombo del ciglio dell'argine verſo del fiume, la contropalificata dovrà collocarſi a piombo dell'altro ciglio verſo campagna, dove cioè comincia la ſcarpa nella parte ſuperiore dell'arginatura; Chi però la faceſſe anche qualche poco più ritirata non commetterebbe errore alcuno; inſomma quando abbia dalla palificata maeſtra la diſtanza di piedi 15 in 16 ſtarà ben collocata: In queſta figura della rotta, eſſendo AB il paradore, FD la palificata maeſtra, ſarà CP la contropalificata pur maeſtra, quale avrà eſſa pure a ſervire di appoggio alla prima palificata maeſtra, medianti le catene e traverſe de' pali a guiſa di *orboni* FC, GP con gli altri di mezzo a queſti paralleli come viene eipreſſo dalla figura; lo ſpazio poi FCPG ſi chiama la *caſſa delle Volpare*, perchè quivi principalmente eſſe ſi annegano, e fondano per ſervire di baſe al corpo dell'argine, che dee eſſer piantato in tal ſito, eſtendendoſi le ſcarpe fuori di quelle palificate tanto verſo il fiume, che verſo la campagna. Il ſito PGD ſi può laſciar talvolta ſenza contropalificata, eſſendochè correndo il fiume da A in B, ed il corſo grande della rotta trovandoſi ordinariamente poco diſcoſto dalla di lui parte deſtra, cioè poco lontano da F ne ſegue, che per tutta la GD vi debba eſſere così poco corſo, che non meriti la predetta diſeſa, baſtando l'avanzarſi all'ombra della palificata maeſtra coll'argine anco di ſemplice terra, quando, come ſi è detto, il corſo ſia moderato, ed il fondo convenientemente reſiſtente; che ſe il corſo ſarà grande ſi dovrà far arrivar la detta contropalificata ſino all' argine oppoſto in D. Per ulteriormente poi aſſicurare la baſe del paradore, e la teſta e baſe delle due palificate maeſtre nello ſpazio AZC, ſi potrà piantare de' pali, che rieſchino

TAV. VIII. Fig. 2.

per-

perpendicolari alle predette palificate, raddoppiando le linee de' medeſimi a miſura del biſogno, e ben legandoli con catene e filagne. CAP. XI.

XXXVIII.

Ma perche le palificate maeſtre poſſino avere la neceſſaria ſuſſiſtenza, e ciò, non ſolamente prima che reſtino ſepellite nell' argine, ma anche dopo che queſto ſi va ergendo, è neceſſario piantare alcuni groppi di pali P. S. T. Q. che potranno eſſer compoſti di tre per ciaſcheduno, a queſti ſi avranno poi a raccomandare *punte* ed *orboni*, che ſervino di rinforzo alla contropalificata MN, e per conſeguenza anco nel contraſto di queſte forze, alla palificata maeſtra ed al paradore; la diſpoſizione de' quali appoggi e diſeſe ſi comprende abbaſtanza dalla figura; in oltre perche piantate le dette palificate, ed incominciato dall' una e dall' altra parte l'argine, che partendoſi dagli eſtremi della rotta, deve andar ad unirſi verſo delle parti medie di eſſa, ſuccede, che a norma del riſtringimento, l'acqua più ſi pone in movimento nella parte che reſta aperta, però dove deve incaminarſi il detto maggior corſo, che dal più al meno ſi fa a due terzi in circa di tutta la larghezza della rotta, cominciando dalla parte ſiniſtra, venendo verſo la deſtra, quivi è da formaſi ciò, che chiamaſi *caſtello* della rotta, e ſerve per dargli la *ſtretta*, come ſi dirà a ſuo luogo. Conſiſte queſto *caſtello* in alcuni groppi di pali di tre per groppo, ben legati, infilagnati ed incatenati, i quali mediante i *ſtili* ed *orboni* appoggiano di tal modo le palificate, che le rendono aſſai più aſſicurate di prima, e danno modo di dare la *ſtretta*, che vale a dire l'ultima mano alla rotta, coſicchè trattenute le Volpare da tali impedimenti, rimangono là dove ſono ſtate annegate. I Groppi predetti di pali per il *caſtello* poſſono eſſere a due ordini, come porta la figura, ed anco a tre, ſe il corpo dell' acqua ſia maggiore. *Caſtello* dunque ſi può chiamare tutto quello ſpazio ch' è circoſcritto dalle lettere FEST. Il luogo veramente da darſi la *ſtretta* è ſovvente lo ſteſſo che quello ove ergerſi dee il *caſtello*, cioè laddove il corſo è minore, verſo la parte ſiniſtra; ma quando quivi foſſe piantato, oltrechè il fondo ſubito ſi farebbe maggiore, non reſterebbero poi aſſicurate le palificate, come porta il biſogno, dovendo il *Caſtello* fare e l' uno e l'altro degli ufizj predetti; oltredicchè trovandoſi il maggior corſo verſo PS, non ſarebbe sì facile l'avanzar l'argine dalla TAV. VIII. Fig. 3.

deſtra

CAP. XI. destra alla sinistra attraverso di questa parte e per il molto fondo della rotta, e per il molto corso, sicchè il luogo del *castello* sarà sempre da stabilirsi nell' antedetto sito, sopraffandosi qualche facilità, che parerebbe potersi incontrare facendolo in altro luogo, mentre questa sarebbe tolta da molte essenziali difficoltà.

XXXIX.

Seguito l'impianto di tutte le palificate, delle quali si è detto, converrà immediatamente pensare alla positiva otturazione della rotta mediante l' erezione dell'argine; ma prima è di mestieri l'aver proveduto molte migliaja di Volpare di buona qualità formate, le quali si dovranno gettare in gran numero per fondamento del nuovo argine nel sito principalmente dove cade il maggior corso, e massimamente ove si avrà a dare la *stretta* alla rotta: al sito dunque della palificata maestra AB a ridosso della medesima dall' una e l'altra parte, dovrà esser riempito con le predette Volpare, e fra questa palificata e la contropalificata, spazio che anco viene chiamato *Cassa delle Volpare*, se ne dovrà gettare quella quantità, che sarà stimata conveniente, dopo di che con larga base ed ottima terra si dovrà dall'un e l'altro canto della rotta avanzar l'argine, scegliendo per la di lui fabbrica la miglior terra, e sopra tutto ben attaccandolo all' argine vecchio. Oltre alla bontà che deve aver la terra, è pure indispensabile, ch' ella sii ben pestata e calcata, altrimenti il lavoriere riuscirebbe troppo debole per resistere allo sforzo dell'acqua. Avanzato l'argine da ambe le parti in un' altezza conveniente fino al sito del *castello*, correrà l'acqua con maggior moto per il rimasto varco, onde quel giorno che sarà stabilito per darvi la *stretta* devono esser approntati in gran copia e legnami e terra e Volpare e Uomini, ma sopratutto Volpare e Volparoni, ed anco quando tale esser potesse il bisogno, alcuni sacchi ripieni di terra, oppure gabbioni fatti di vimini, acciocchè alle occorrenze annegati tali materiali, resti il più presto che sia possibile levato il corso all' acqua, e ridotta la rotta, come si dice, in *coronella*, che dovrà farsi tant'alta cosicchè per il crescimento, che dopo chiusa la rotta con la *stretta* farà il fiume, non possa l'acqua strammazzarvi per di sopra: levato il corso, con pari sollecitudine si dovrà rialzar l'argine alle dovute misure.

TAV. VIII. Fig. 2.

L'ar-

XL.

L'argine nuovo dovrà e nell' altezza, e nella groſſezza eccedere le miſure degli argini ordinarj, e ciò non ſolamente perchè la propenſione delle acque, che avevano preſo il corſo per la rotta, pur anco, almeno in parte benchè chiuſa, ſuſſiſte, ma molto più perchè l'argine nuovo e per il terreno che lo compone difficile ad addenſarſi, e per la lubricità del fondo, ſu di cui poſa, calerà in progreſſo di tempo non mediocremente; circa all' accreſcimento da darſi ad eſſo argine, non ſi può niente di certo ſtabilire, a motivo che deve queſto deſumerſi dalla natura del fiume, ſu di cui ſi lavora, mentre ſe è grande e profondo, maggiore deve anche eſſere il detto accreſcimento, e minore ſe di minor portata, per un di preſſo ſi potrà nella groſſezza tenerlo più largo una quarta parte del vecchio, e di altezza tre o quattro piedi maggiore di eſſo, coſtruendolo poſcia con tutte quelle regole di ſcarpe e declivj che ricercheranno e la condizione del terreno, che ſi pone in opera, e la qualità de' fondi ſopra i quali ſi fabbrica. Se per ſorte o tutto o parte il nuovo argine foſſe ſabbioniccio, e difficilmente perciò ſi poteſſe ottenere ſopra di eſſo il germoglio dell' erbe, e la formazione del cottico, non ſarà fuori di propoſito il veſtir le di lui ſcarpe o con lotte di terra cretoſa, ſe tale ſi troverà in quelle vicinanze, oppure con arelle doppie ben diſpoſte, e raccomandate con lattole e terraficoli nel terreno di eſſe ſcarpe: così fu praticato nella gran Coronella di Corbola Ferrareſe ſul Pò, coſtruttaſi per ſerrar la rotta che ſi aprì del 1705, e che non reſtò perfettamente chiuſa ſe non del 1717, e tanto pur feci io praticare nell'altra gran Coronella alla Contarina nell'occaſione di aver chiuſa quella grande apertura, non però furono poſte da per tutto le arelle, ma nel ſito in cui l'argine per mancanza di buon terreno fu eretto quaſi con la ſola ſabbia, ſupplendo la molta groſſezza datavi alla bontà della terra, che in detto ſito mancava.

XLI.

Innalzato che ſia l'argine, conviene ancora renderlo ſicuro dalla corroſione col rivolgere dolcemente l'acqua lontana dal piede di eſſo, il che ſi ottiene in varie guiſe in que' fiumi, che ammettono di piantar pali ne' loro fondi, eſſendovene tal uno, come il Pò, che li ſcalza ed abbatte, nel qual caſo è di meſtieri

CAP. XI.

ſtieri ſupplirvi con le grandi ſcarpe da darſi all'argine. In que' fiumi dunque, ne' quali è lecito il difenderſi con paradori e penelli di palificate, ſi faranno queſti o col piantare a piede dell' argine dentro la caſſa del fiume qualche baſſa palificata eſteſa ſecondo il biſogno, la quale inviminata che ſia, rintuzzi il corſo, oppure col formarſi ſuperiormente al ſito della rotta, ed anco, alle occorrenze, in qualche parte dell'argine nuovo, qualche penello ben aſſicurato, acciocchè incontrando dolcemente il corſo dell'acqua, lo rivolga lontano dal piede dell'argine; ſe il fiume non è molto rapido anche di ſemplice legno di campagna può eſſer baſtante, ma s' egli è di molta forza, e la direzione dell' acqua venghi con angolo quaſi retto ad infilare l'argine, converrà ſervirſi di buone palificate, ben aſſicurate con catene e filagne, raccomandandole ed a' pali, ed all'argine ſteſſo: Serviranno tali ripari, quando ſiano ben diſpoſti, non ſolamente a tener lontano dal nuovo argine la corroſione del fiume, ma nel medeſimo tempo a formare a' piedi di eſſo la depoſizione, ch'è lo ſteſſo, che dargli la maggiore di ogni altra diſeſa.

XLII.

Nell'ultimo numero del Capitolo precedente ſi diſſe, che circa alla diverſità de' ripari da praticarſi in varj ſiti del fiume, e ſecondo la varietà delle circoſtanze, ſe n' avrebbe poi eſaminata la qualità, ricerca quì il luogo di farlo. Conſiſtono dunque i ripari o in ſemplici *paradori* paralleli all' argine, o in *penelli*; riguardano i primi l'immediata diſeſa dell' arginatura; i ſecondi poſſono eſſer impiegati per guardare un lungo tratto di eſſa col rivolgere il corſo del fiume, ſicchè più non vada a ferire il detto piede; quaſi ſempre i paradori ſi piantano o nella corroſione che comincia ad intaccare l'argine, o anche in qualche drizzagno, ſe vi ſia il pericolo che l'impeto del fiume voglia più l'una che l'altra riva intaccare; per ordinario ſi formano di palificate di una ſola linea ed alti all'acqua media, venendo ben raccomandati con altri pali allo ſteſſo argine, tenuti i pali a qualche diſtanza fra di loro s'inviminano come i penelli, ma quanto quelli vanno ſoggetti ad eſſer ſcalzati da' vortici, che attorno de' pali va formando il corſo dell' acqua, onde rare ſono le volte, che ſi oſſervino pali de' paradori marciti dalla vecchiezza, ma quaſi ſempre ſono dopo non molto tempo levati,

vati, e traſportati dalla corrente; de' penelli formati con palificate ne abbiamo avuto diſcorſo nel Capitolo precedente dal numero VI fino al num. XLIV, che però quì altro non ne diremo; ne' rimanenti numeri di quel Capitolo fu detto delle reſiſtenze de' peſi ammaſſati co' quali ſi formano parimenti i penelli, ma le propoſizioni furono aſſai generali, quivi ne individueremo l' uſo a pubblico profitto. CAP. XI.

XLIII.

Perchè, come in tanti luoghi di queſto Trattato ſi è veduto, due ſono i danni che ricevono i ripari formati con palificate o ſiano di paradori, o di penelli, o di qualſivoglia altra forma, e ſono lo ſcalzamento, che il corſo dell'acqua induce ne' pali confitti nel fondo del fiume, ed i vortici, ne' quali ſi pone l'acqua quando incontra le perpendicolari reſiſtenze; importa il primo la perdita del riparo; il ſecondo l'eſcavazione del fondo a piedi degli argini: convien ſfuggire ſe fia poſſibile e l'uno e l'altro di queſti pregiudizj, ſoſtituendo in vece di pali altri materiali non ſoggetti nè ad eſſer levati dall'acqua, nè a ridurre il di lei moto nelle predette pernicioſe vertigini; il che tutto ſi verrà ad ottenere, ſe ſecondo a quanto ſi è detto ne' numeri poſteriori del Capitolo precedente, in vece di palificate ſi ſerviremo o di cantoni di ſmalto, come ci ha ammaeſtrati il Viviani nella diſſertazione per diſenderſi da Arno, oppure con terra cretoſa e conſiſtente ridotta in Gabbioni diſpoſti in modo da poter reſiſtere alla violenza dell' acqua, unendo loro anche talvolta degli altri materiali. Due generi pertanto di tali ripari ſi propongono, il primo col Viviani predetto con gli prementovati cantoni di ſmalto, ed il ſecondo con i gabbioni in defficienza delle pietre e calce per formare i primi, ed anco perchè molte volte trovandoſi il fondo del fiume di sì poca conſiſtenza e di tal lubricità, che ne aſſorbirebbe, prima di aſſodarſi, una prodigioſa quantità, dove i gabbioni nè hanno biſogno di tante cautele, nè di tanta ſpeſa come i cantoni: ſi è detto che qualche volta il fondo può ricuſare i priſmi fatti con pietra, il che può accadere dove il fiume, corre in alveo paludoſo ed inſtabile; nel qual incontro ſaranno da ſoſtituire i gabbioni predetti. Io, per quanto a me è noto, il primo in varj ſiti del Pò e dell'Adige, ne ho fatti con ottima riuſcita fabbricare, e con altrettanto profitto li ho poſti in pratica: può eſſere che un giorno, tralaſciate del tutto le palificate, penſeran-

CAP. XI. ſeranno gl'Ingegneri a ſoſtituirvi queſt'altra, che può dirſi perpetua difeſa, la quale, oltre al dar ſicurezza di buon eſito, non ricerca ſi può dire verun'altra ſpeſa per conſervarla, dove per l'oppoſto le palificate vogliono e grave diſpendio per coſtruirle, e non mediocre nel mantenerle, anche per que' pochi anni che ſuſſiſtono.

XLIV.

I *moli* dunque ſi avranno a formare a piramide trilatera troncata verſo della ſua cuſpide, ma la ſezione al vertice avrà ad eſſer obliqua alla baſe, comecchè dovrà terminare ſul fondo in dolce ſcarpa. Intendaſi BACG fig. 4 una tale piramide, la di cui cuſpide ſia G, e reſti troncata con la ſezione FED in maniera però che queſta non rieſca parallela al piano della baſe BAC, ma che ſe foſſe prodotto il piano DEF ſi unirebbe al piano prodotto ABC dalla parte di A, e ciò perchè rieſca il tronco con maggior ſcarpa che ſia poſſibile verſo il corſo dell'acqua, che ſi ſuppone eſſere verſo G. Terminerà poi il molo con la ſuperficie nella linea BE fig. 4, ovvero nella AF fig. 5, 6, formandolo, come ſi dice, a ſchiena di cavallo. La direzione riſpetto al corſo ed all'argine, può eſſere come più piace: la migliore delle altre da me ſi crede quella che e con il corſo, e con l'argine forma angolo retto, come reſta eſpreſſo nella figura 5 e 6, nelle quali QR è l'argine che va attaccato alla baſe. Non è però che egualmente bene e con profitto non ſi poſſi, ſecondo alle circoſtanze dell'andamento del fiume, diriger l'aſſe di queſti moli, o ſia la loro capitale anche un poco a ſeconda del fiume, come ſi pratica d'ordinario ne' penelli a palificate; ma queſte regole non ſi poſſono ſtabilire nelli quaſi infiniti caſi che ſuccedere poſſono, laſciandoſi all'intelligenza dell'Ingegnere il preſciegliere piuttoſto una, che un'altra direzione.

TAV. VIII. Fig. 4, 5, 6

XLV.

Se queſti ripari ſi avranno a piantare in fiumi che non abbiano oltre li otto in dieci piedi di profondità nelle acque ordinarie, di ſoli gabbioni ſi potranno formare, ſenza che vi ſi ponga nel corpo de' moli altro materiale; ma ſe il fiume avrà maggior fondo, in tal caſo, ſe non altro a motivo del minor diſpendio, ſi potrà far l'oſſatura de' moli con barche affondate ripiene di terra, e di poi ſepolte fra i gabbioni predetti,

ridu-

riducendoli poſſibilmente alla ſopradetta forma ; e perchè i gabbioni non bene talvolta ſi vengono, atteſa la loro forma, a combaciare, perciò ſi dovranno col metodo che ſi dirà, accompagnare con terra, fenazzo, paglia e brulli, di mano in mano che anderà creſcendo l'opera, e quando ſiaſi arrivati aſſai vicino alla ſuperficie dell'acqua media, come che quivi poca è la forza del fiume, almeno nelle parti più vicine alla riva e più diſcoſte in conſeguenza dal vertice del molo ; ſi potrà anco lavorare non con Gabbioni, ma con ſemplici Volparoni e Volpare ben legate, e ripiene di buona e cretoſa terra, e ridurre in tal modo il riparo all'altezza conveniente, ch'è quella per ordinario, dell'argine maeſtro, avvertendo però che verſo il vertice ſi terrà la dett' altezza alquanto più baſſa, tirandola in declive, di modo che vadi a terminare al livello in circa dell' acqua ordinaria. CAP. XI.

XLVI.

Il Gabbione ſi potrà far alto ſei piedi poco più poco meno, di figura cilindrica, largo in diametro piedi tre, tutto teſſuto di vimini, fatta che ſia l'oſſatura con nove lattole in giro ; dipoi gli ſi addatta il fondo nello ſteſſo modo teſſuto, indi ſi riempie di terra della migliore e più tenace, vicino al luogo dove avrà ad eſſer affondato, e finalmente ſi chiude col ſuo coperchio ſimile al fondo, e ſarà preparato per eſſer gettato all' acqua, laddove i fondi ſono grandi, come fu eſeguito alla Poleſella fra il Soſtegno e la Chiavica Barbazza. Ma ſe i fondi ſono moderati, ſi porranno i Gabbioni vuoti in opera collocati in piano inclinato ſecondo la loro lunghezza, di maniera che il loro fondo appoggi ſopra quello del fiume a canto le rive, e la bocca reſti di ſopra ond'eſſer per queſta empiti di terra, cominciando dalla riva e progredendo verſo il mezzo del fiume a 4, 6, ed anche più Gabbioni di fronte nel modo antedetto collocati, e ſucceſſivamente empiti di terra, e poi nella medeſima ſepolti di ſopra tirando il molo a ſchiena di cavallo : così fu operato in Adige alla Cavanella, Rotta nuova e Bertolino, ed anche in Pò in qualche ſito, I primi moli che faceſſi eſeguire furono quelli in Pò per ſicurezza della rotta Contarina, dacchè reſtò ella chiuſa, e furono piantati in 18 piedi di acqua alla punta, in 12 e 13 più vicino all'argine. Altri poi ne furono da me fatti formare in varj altri luoghi del medeſimo fiume per varie eſigenze, ed iſteſſa-

CAP. XI. mente nell'Adige, in questo però in fondi minori di quelli del Pò. Singolare fu quello piantatosi quasi dirimpetto alla Cavanella di Fossone, a motivo di spinger l'acqua verso del Mandracchio delle Porte, e di corrodere una gran spiaggia, gettatasi in sito tale, che impediva quasi intieramente il transito alla grossa e minuta navigazione. Tutti i quali ripari, ed altri ancora sussistono, ed hanno prodotto gli effetti per i quali sono stati piantati.

XLVII.

L'orditura interna de' moli ne' gran fondi de' fiumi si può fare con barconi affondati ripieni di terra o di altri materiali, ma l'affondarli, abbenchè paja cosa non difficile, in pratica però riesce di molto impegno; se ne darà quì il metodo tirato da quanto fu osservato nell' impianto di un gran molo in uno de' maggiori fiumi dell'Italia, che per aversi a formare di una straordinaria estesa fu d'uopo servirsi di due Marciliane, e di uno de' più grandi Burchi che navighino i fiumi, e dovevano esser collocati tutti e tre questi Bastimenti in linea retta nel modo che si dirà; ma prima devesi dare qualche regola per l' affondamento predetto. Sia però Zφ il fiume che corre da Z verso φ, e sia in grazia di esempio da affondarsi la barca IK al sito IK; parerebbe veramente, che facendosi il corso secondo una sola direzione, bastasse assicurare la barca all'argine in O ed al fondo M, mediante le gomene KMIO, ben raccomandate e nella barca KI, e all' Ancora M appoggiata ed attaccata al detto fondo; nientedimeno conviene assicurarla in oltre anche inferiormente in L, con altra Ancora, e all'argine con altra gomena IN, e ciò perchè facendosi il movimento dell'acqua con assai d'irregolarità, non starebbe mai ferma la barca nell'atto del discendere, tirandosi essa inegualmente dalle gomene nell' andare al fondo; il che più agevolmente sarà compreso, se si considererà il profilo dell'argine e fiume VaQS, mentre calata che sia al fondo, è manifesto che la gomena TS dev'esser in bando, quando sia in questo sito, e molto più tesa di prima, l'altra raccomandata all' argine VX, e ciò per la ragione de' punti fissi S ed V, e de' mobili nel discendere X, T, onde e dall'impeto, che può concepire, almeno se il fiume è d'insigne fondo, e da questo inevitabile sconcerto, potrebbe facilmente rovesciarsi la barca, che però sarà bene di assicurarla con le altre due Gomene NI, KL,

TAV. VIII. Fig. 7.

acciocc-

acciocchè reſti poſſibilmente nel ſito, in cui ſarà ſtata collocata quando galleggiava; in tutti i modi è indiſpenſabile il rallentamento delle corde raccomandate all'argine, in ſpecie quando il fondo ſia molto grande, e l'argine molto alto. Che ſe e l'uno e l'altro non eccedono i ſei ovvero otto piedi, le differenze delle lunghezze de' *Cavi* non ſaranno per cauſare ſenſibile alterazione nel profondarſi, nè altro rimedio vi è per ovviare qualche più grave ſconcerto, ſe non allungare il più che ſia poſſibile i punti fiſſi N, O, L, M, perchè il raggio di queſta ſpecie di pendolo, rappreſentato dalla barca nell'andar al fondo, abbia ſempre maggior proporzione all'arco da eſſa barca deſcritto, e perciò minore ſia ſempre la differenza de' raggi predetti. Se il fiume non è di larghezza tale, che poſſi egualmente bene, che con le ancore aſſicurarſi la barca anche dalla riva oppoſta, ſi potrà farlo; e ſarà da avvertire una circoſtanza, che potrà farſi declinare da quelle notabili differenze di lunghezza, che contraggono le gomene nell'andar al fondo delle barche, e ſarà ſe eſſa gomena invece di raccomandarſi al piano ſuperiore dell'argine, al che fare molte volte ci invita qualche tronco di albero ivi eſiſtente, ſi aſſicurerà la gomena al piede del medeſimo, col figervi un ben groſſo palo o più di uno, ſe tale ſia il biſogno come in *a*, ed allora molto meno ineguali riuſciranno le lunghezze de' cavi *a* Y, *a* X di quello ſaranno VY, VX, e per conſeguenza con meno d'irregolarità potrà andare al fondo la detta barca. CAP. XI.

XLVIII.

La terra, rovinazzi ed anco pietre vive o cotte, quando vi ſieno, ſaranno tutti materiali atti da caricare la barca da affondarſi, ma non ſi può farlo con queſti ſoli, baſtando con eſſi caricarla ſol tanto che reſti immerſa ſino all'opera *morta*, o poco più, mentre aggravandola maggiormente ſi potrebbe incontrare un diſordine, e ſarebbe che reſa troppo greve per eſſer la terra o gli altri materiali di molto maggiore ſpecifica gravità dell'acqua, nell'andar al fondo acquiſtando troppo momento, potrebbe romperſi ed aprirſi: caricata dunque al ſegno predetto, ſarà da formarſi in eſſa de' *rombi* come li chiamano le genti di mare, a pelo di acqua, perchè entrandovi queſta a poco a poco la ſommerga finalmente: così fu da me praticato

CAP. XI. TAV. VIII. Fig. 7. to con buona riuſcita in Pò nell'affondamento di due Marciliane e di un Burchio, che furono diſpoſti come reſta eſpreſso per le lettere A. B. C, delle quali A rappreſenta il Burchio; B, C le Marciliane. Si ebbe anco attenzione di collocare A alquanto lontano dalla riva, e ciò per aver maggior facilità da avvanzarſi verſo il mezzo del fiume, non eſſendo poi difficile il chiudere, atteſo il poco fondo che ivi avevaſi, anche con ſemplice terra il varco fra la puppa A e l'argine, come prima di ogni altra coſa reſtò effettuato. L'occaſione portò, il che è un caſo aſſai ſingolare, di averſi a collocare tre baſtimenti in linea, mentre per altro per un ordinario riparo può eſſer ſufficiente o uno o due al più. Egli è anco da avvertirſi, che come le Marciliane per la molta altezza de' loro bordi, atteſi i gran fondi, che ſi avevano, riuſcirono molto addattate, dall'altra parte la loro forma curva, e non punto piana verſo il fondo diede della difficoltà per eſſerſi ſentate alquanto pendenti, onde ſempre meglio ſarebbe l'affondare o burchi piatti, oppure di quelle barche, che ſi chiamano in Venezia *Piatte da libi*; e piuttoſto, ſe la molta altezza dell'acqua lo ricercaſſe, porne due una ſopra dell'altra, ovvero, ilchè ancora riuſcirebbe meglio, collocarne due al paro nel fondo, e poi una ſopra di eſſe, ripiene prima che foſſero le due del fondo di buon terreno, e di altri materiali. Tali barche alcerto e con maggior facilità ſi affonderebbero, e nel ſentarſi ſopra del fondo più ſi addatterebbero al medeſimo di quello foſſero per fare, o le Marciliane, o altre barche di fondo non piano ma curvo, che qualche volta ſe niente più del biſogno reſtano caricate prima che ſiano aperte con i *rombi* de' quali ſi è detto, ſi rompono, come ſucceſſe ad una, che fu affondata in poca diſtanza dalle ſopramentovate, eſſendo per altro molto vecchia, e ſdruſcita.

XLIX.

I detti Baſtimenti nell' antedetto modo affondati ſi poſſono chiamare oſſatura del molo, la quale però, come è ſtato notato, non ſi rende neceſſaria ſe non ne' gran fondi, come ſono in ſpecie quelli del Pò in queſte noſtre parti. Affondate che ſiano dunque le barche, e ſtabilita l'oſſatura all' incirca come in A, B, C, ſi dovrà prima di ogni altra coſa unire la puppa del-

TAV. VIII. Fig. 7.

la

la barca A coll'argine in DE, il che, quando non vi ſia inſigne corſo, ſi farà anco con la ſemplice terra ſparſa, ma ſe qualche corſo vi foſſe, che impedir poteſſe alla detta terra lo ſtabilirſi, e prender piede, allora ſi potrà con l'impianto di qualche palo chiudere quel varco, e di poi con terra e faſcine, ſtrame, paglia e terra unire la detta puppa all'argine, indi nelle barche A, B, C, che come ſi è detto ſono reſtate non affatto ripiene di terra o rovinazzi per le ragioni dette, ſi getterà della terra ſino al riempimento intiero, ma ſe ſi dubitaſſe che il ſoverchio peſo di tal materiale, non apriſse la barca, allora a miſura che ſi anderà avvanzando il riempimento, ſi dovrà porli a ridoſſo i gabbioni, e queſti principalmente dalla parte ſuperiore fra G ed E, e nella punta o vertice del molo HFG, ed aſſeſtarli occorrendo con brulli, e ſtrame in modo, che ſi venghino in ottima forma a collegare aſſieme; inferiormente ſi potrà bensì ſervirſi de' gabbioni, ma in minor quantità, ſupplendovi con terra e ſtrame nella maniera che ſi dirà nel numero ſeguente. CAP. XI.

L.

Non è sì facile, come per avventura pare a prima viſta l'annegare, come ſi dice, i gabbioni, vale a dire il gettarli all'acqua in modo, che il loro ammaſſo rieſca ſtabile, forte, e tirato con giuſte proporzioni. In un gran molo formatoſi in Pò ſi adoperò il ſeguente metodo. Si collegarono, mediante un forte pagliuolo formato di buone travi, e ben teſſute tavole, due delle ordinarie burchielle, di quelle che ſi ſervono i cavaſanghi pel traſporto degli eſtratti pantani, e così unite formavano come un paſſo da fiume, poi ſopra di detto pagliuolo ſi ponevano due gabbioni per volta ben riempiti prima di terra e ben otturati; condotte in appreſſo le burchielle coſicchè l'eſtremità del pagliuolo veniſſe a cadere appunto ſopra del luogo, ove ſi avevano a calare al fondo i gabbioni, ſi ruzzolavano gettandoli all'acqua, coll'avvertenza che eſſi gabbioni, ſteſſero ſempre coll'aſſe e lato paralleli al bordo delle barche affondate. In altro modo e queſto ben più facile ſi fecero affondare de' gabbioni, cioè col porne due uno per parte di una groſſa barcha, ben pieni ed otturati, e vicendevolmente raccomandati con una corda, condotta la barca ſul luogo, e ſciolto il vincolo, ſcaricavaſi da un lato il primo gabbione, e la forza che da queſto veniva fatta era tale, che sbilanciandoſi ſi ſcaricava dall'altra parte l'altro.

Bensì

CAP. XI.

Bensì con molto ingallonamento della barca, ma però senza pericolo alcuno. La larghezza della base che fu data ad esso molo fu di 40 piedi, ed i gabbioni a ridosso delle barche furono posti sino quasi alla superficie dell'acqua ordinaria dalla parte superiore EG; nell'inferiore si adoperarono i gabbioni dal vertice del molo sino quasi alla di lui metà in B, e ben molti ne furono gettati nella punta HG, cosicchè fra tutti furono più di mille; nel rimanente verso terra e sopra l'acqua furono usati mantelletti tessuti di vimini, caricati di terra ed affondati, ed un numero grandissimo di fascine, a tal segno che la mole è riuscita come convenivasi; contuttociò per niente dissimulare, comecchè le barche ed i gabbioni hanno perfettamente resistito, così i mantelletti e le fascine non l'hanno fatto, ed è stato uopo di ripararlo, nell'occasione anco che fu prolongato, ma con soli gabbioni, ed è poi riuscita l'opera della maggior consistenza, senza che più temer possa i pregiudizj dell'acqua, come era seguito prima di detta prolungazione.

L I.

Si dirà di alcuni effetti seguiti dopo l'impianto di un tal riparo, perchè venghi compreso ciò, che da simili opere si possa promettere l'Ingegnere. Appena piantato il molo, l' acqua restò affatto molente e superiormente, ed inferiormente ad esso per tanto spazio, che essendosi in disposizione di piantarne un altro superiormente, fu giudicato del tutto superflno; poco dopo forsero atterramenti tali, che dove prima vi erano i dieci e dodeci piedi di acqua, tutto si ridusse in spiaggia di pochissimo fondo, e di una vastissima estesa; e non andò guari che restò esso molo dalla parte dell' argine sepolto nelle sabbie, che appena a' poco pratici lasciava conoscere, che quello fosse un riparo formato in tanto fondo di acqua; tutto il danno, se pur di danno merita il nome, che ha risentito, si è qualche corrosione superficiale verso della di lui punta, da quella parte cioè, che resta esposta ai venti australi, essendosene intaccata qualche pertica, senza però l' asporto di alcuno de' gabbioni. Quanto al corso dell'acqua; dacchè egli fu costrutto, si è manifestamente piegato verso della riva opposta, senza poter abbandonar tal direzione atteso il gran spiaggione,

che

che si è formato ed a tutela del riparo, e per sospingere il corso lontano. CAP. XI.

LII.

Di molto minor impegno sono stati i moli piantatisi per sicurezza della Rotta Contarina, ed ancora minore quelli fattisi all'Adige Rotta nuova, Bertolino, Cavanella di Fosone, ed altri luoghi, mentre in questi ne meno vi è stato il bisogno di affondar barche, ma si sono formati con soli gabbioni, empiti dopo posti in opera, ed è stato sì pronto l'effetto di rivolger l'acqua, e fermar le sabbie, che appena terminati se n'è veduto il profitto. Alla Cavanella essendo obbligata la navigazione a scorrere per un mezzo miglio inferiormente al Mandracchio, in ora entra alla testa di esso con fondi buoni, portato ch'è il corso alla sinistra parte, dove allora tenevasi tutto alla destra. Una volta che tal sorte di riparo abbia preso piede nel fiume, non può esser dal medesimo mai asportato, mentre la grande scarpa, che gli si da, impedendo del tutto la formazione de' vortici, e riducendo e superiormente ed inferiormente molente l'acqua, il corso di questa, abbenchè possa con forza ferire la punta del molo, non può però distruggerla, levate che sono con i vortici le cause, che potrebbero indurvi la rovina. Il legamento de' materiali componenti questi moli è tale, che qualunque forza del fiume non vale a debilitarlo, rendendolo come di un solo corpo, e per conseguenza di una enorme gravità. Potrà dar qualche difesa alla punta, per resistere alla corrosione, il coprirla di doppie arelle ben conficcate nelle scarpe con terraficoli di salice, che germogliando reggono poi al corso, ed impediscono l'intacco che succedere potesse. Per altro il risarcirne le punte, sarà sempre opera facile e di pochissima spesa, nè anderà molto, che formatosi letto di sabbie anche per testa, cesserà il bisogno di qualunque ristoro.

LIII.

Prima di terminare questo Capitolo, ragion vuole, che si indichino ancora le difese, che competono a' Torrenti dopo aver esposte quelle, che riguardano i fiumi Reali princi-

CAP. XI. palmente, laddove nelle aperte Campagne col loro corso progrediscono verso il Mare: Veramente altra ragione correr deve ne' ripari de' Torrenti, altra ne' fiumi perenni, se la violenza di quelli nel discendere per i proprj alvei nulla, per così dire, ha che fare con il moto di questi. Nel Trevigiano altro più valido riparo non hanno saputo gli antichi opporre alla Piave da Narvesa in giù fino a che dopo aver corso quattro in cinque miglia, deposta la ghiaja s'incanala ed inalvea, camminando con meno furia, perchè meno inclinata, di quello si trova più verso del Monte, de' murazzi formati con crode senza cemento alcuno, piantati quattro in cinque piedi sotto il fondo dell'alveo, alti quanto lo ricerca l'escrescenza maggiore di quel fiume, e ben terrapienati alle spalle; sono essi non seguenti, ma collocati in tutti que' siti ne' quali batte l'acqua, e si estendono quanto lo ricerca l'accollamento di essa alla riva, e ciò tanto dall' una, che dall' altra parte, sussistono da quattro secoli, sconcertati solo nelle loro teste, ma non in guisa, che non possino facilmente esser riparati; difesa migliore di questa non può suggerirsi o nella Piave, o in qualunque altro fiume, che rapido corra come quella.

LIV.

Altro genere di difesa si pratica in detto fiume, e sono i *Gorzi*, che altro non sono se non grandi gabbioni di figura conica tronca, che si piantano con la maggior loro base nel fondo, tenendosi alti quanto ricerca la massima piena; si dispongono in retta linea perlopiù in due file una accosto dell' altra, legati ed assicurati con travi onde venghi loro accresciuta la resistenza, si riempiono non già di terra, ma della più grossa ghiaja che si trovi nelle vicinanze ove piantansi i detti ripari. Resistono i *Gorzi*, come è chiaro da vedere, per il loro enorme peso alla violenza dell'acqua, e con la scarpa che hanno per la figura conica, impediscono alla medesima il porsi in vortici, onde fermato il piede reggono all' urto benchè impetuoso che soffrir devono, senza punto rovesciarsi e perire. La meccanica del loro resistere, è la stessa di quella che fanno i gran pesi, conformati in prismi o gabbioni,

ma

ma tanto maggiore è la loro reſiſtenza per i ſaſſi che contengono, quanto maggiore è l' impeto che ſoſtener devono: Un buon *Gorzo* vuol avere ſei piedi incirca di diametro nella baſe, e nella ſua ſommità terminare nella metà o poco più, a norma della maggiore, o minore altezza che ſi ricerca, potendo queſta arrivare ſino li dieci e dodici piedi, purchè perfetti ſiano i materiali che lo compongono; tanto quelli inſervienti per l'oſſatura verticale, che gli altri che devono nella medeſima eſſer orizontalmente teſſuti, ordinariamente ſi diſpongono in forma di paradori lungo le rive intaccate, ed alcune volte per traverſare qualche ramo ed obbligarlo a volgerſi altrove, qualche volta anco in figura di penelli o pignoni, ſecondo le eſigenze del corſo dell'acqua: inſomma fanno eſſi la difeſa più valida dopo quella de' murazzi. Non diſſimile riparo ho veduto praticare in qualche fiume del Bologneſe dentro le Montagne, come pure nel Serchiò ſul Luccheſe, ma in figura piuttoſto di Gabbione, che di *Gorzo* con la ſola differenza, che vengono empiti di ſaſſi di quelli cioè che ſeco porta il fiume, ed in ciò veramente convengono con i *Gorzi*, ma nella forma che ſi accoſta alla cilindrica, con i gabbioni. CAP. XI.

L V.

Con maſſima utilità ſono ſtati poſti in uſo nel Torrente Torre nel Friuli, certi pignoni formati di groſſi macigni, ſuggeriti e fatti eſeguire dal Guglielmini. Conſiſtono queſti in certe piramidi ſcalene tronche, che con le loro baſi ben attaccandoſi alle rive, vanno a terminare con le loro teſte nel fondo dell' alveo non più lunghi di cinque in ſei pertiche, e taluno anche meno, diretti alquanto a ſeconda della corrente del fiume, ſono fatti di ſaſſo di cava della maggior groſſezza, ſpianato bensì groſſamente, ma in maniera però che quanto baſta aſſeſtano gli uni con gli altri, formando i lati competentemente liſcii, difeſa queſta, che molto fu contraſtata nella prima ſua eſecuzione da chi non intendeva gran fatto la vera maniera del difenderſi in ſimili Torrenti, ma che poi è ſtata conſiderata per la più addattata e forte per ſicurezza di quelle rive, e della Reale Fortezza di Palma, che dal detto Tor-

CAP. XI.

rente veniva non mediocremente minacciata; da tutto ciò ben si può comprendere che per opporsi alle acque più precipitose de' Torrenti è di mestieri il servirsi de' pesi i più gravi, e che a nulla in questi servono le palificate, come queste servir possono ne' fiumi di corso più regolato.

CAPITOLO DUODECIMO.

De' Soſtegni, Chiaviche, Strammazzi, Botti, e Ponticanali, attinenti alle regolazioni delle Acque.

I.

Definizione I. Soſtegno è quella fabbrica, che traverſando il fiume, o qualunque altro canale, ſerve a ſoſtener la di lui acqua a certa altezza, o a comodo di navigazione, o per minorar il corſo del fiume o del canale a preſervazione o delle rive, oppure di qualche fabbrica inferiore, o finalmente per il motivo di animare qualche edificio.

Definizione II. Si dividono queſti ſoſtegni in ſtabili e mobili, ſono i primi quelli, che ſi formano con roſte, o ſiano peſcaje, cavalletti, briconate ec. i ſecondi tutti quelli, che ſervono ad uſo di navigazione, e per il movimento degli edificj.

Definizione III. I ſoſtegni mobili altri ſono a porte, che ſi aprono contro il corſo del fiume, altri a pianconi o travate, che ſi levano e ripongono in numero maggiore o minore ſecondo l'occaſione.

II.

Quei fiumi, che per aver troppo pendìo ſmaltiſcono con troppa celerità le loro acque, nè le laſciano creſcere, ſe non pochiſſimo, di corpo, ricercano per eſſer navigati i Soſtegni, che minorando loro la caduta, vengano ad accreſcere in tutte le loro ſezioni l'altezza viva dell'acqua. Parimenti que' fiumi, le fonti de' quali non tramandando che poc'acqua, ſe ſi vogliono ridurre ad uſo di navigazione uopo è di munirli di Soſtegni, perchè trattenuta l'acqua da queſti, e reſa quaſi ſtagnante, ſi rendano capaci di ſoffrire il barcheggio; ma perchè i fiumi poſſino reſtar imbrigliati con i ſoſtegni, ſi ricerca, che la loro portata, cioè il corpo delle loro acque ſia di moderata mole, altrimenti il ſoſtegno non verrebbe tollerato: inſomma i ſoſtegni ſono ricercati da' fiumi piuttoſto piccoli, che mediocri, e da quelli, che eccelliva caduta aveſſero; non già da' Torrenti puramente tali,

CAP. XII. tali, i quali per reſtar ſovvente, e per molto tempo privi affatto di acqua, laſcierebbero fruſtraneo il ſoſtegno, e la navigazione, in grazia di cui ſi pianta. Per altro, qualunque ſia la mole dell' acqua da ſoſtentarſi con le dette fabbriche, v' abbiſogna ſempre, che reſti aperto un qualche sfogo al fiume, perchè l'acqua ſopravegnente non creſca ſopra del ſoſtegno, e lo ſormonti; ma di ciò ne daremo a ſuo luogo le regole e le leggi.

III.

Sia la ſezione DACF di un fiume, l'altezza viva della cui acqua ſia la DA; ſi voglia talmente eſſa ſezione riſtretta, coſicchè acquiſti l'altezza AH, che alla prima abbia la ragione di *m* ad *n*: Queſta AH dunque ſarà per l'ipoteſi la quarta proporzionale di *m*, *n*, *b* (dicendo DA, *b*,) e perciò facciaſi come AD ad AH, così la dimezzata di AH, alla quarta proporzionale, che ſia L; dipoi come L ad AC così la dimezzata di AD alla quarta, che ſia M; ſe a queſta ſi farà eguale la larghezza della ſezione AB, l'acqua verrà ad acquiſtare l'altezza deſiderata AH che alla prima AD ſarà come *m* ad *n*. Perchè dunque L. AC :: $\sqrt{AD}$. AB. ſarà ancora $AB = \frac{AC\sqrt{AD},}{L}$ e ſoſtituendo in vece di L il ſuo valore $\frac{AH \times \sqrt{AH}}{CF}$ ſarà $AB = \frac{AC \times CF\sqrt{CF}}{AH\sqrt{AH}}$ ovvero $AB \times AH\sqrt{AH} = AC \times CF\sqrt{CF}$, adunque ſcaricheranno eſſe due ſezioni moli eguali, ſe tanto l'uno che l'altro membro dell'equazione rafferma la quantità dell'acqua che può uſcire nel medeſimo tempo e dall'una e dall'altra apertura; lo che era &c.

Tav. VIII. Fig. 8.

IV.

Scolio. Riducendo per l'uſo, l'eſpreſſione a' termini analitici, dicendo $AC = a$, $AB = x$, $AH = c$, ſarà $c = \frac{bn}{m}$ (quando la ragione di AD all' AH ſia quella di *m* al *n*) onde la formola eſſendo $ab\sqrt{b} = c \times \sqrt{c}$, ſe verrà ſoſtituito in vece di *c* il valore ſuo diverrà $ab\sqrt{b} = x\frac{bn}{m}\sqrt{\frac{bn}{m}}$, oppure $am\sqrt{m} = nx\sqrt{n}$, ovvero

$x =$

$x = \frac{am\sqrt{m}}{n\sqrt{n}}$. Sia in grazia di esempio da alzarsi l'acqua mediante il ristringimento della sezione, cosicchè la AH divenghi quadrupla di CF; sarà però $m = 1$; $n = 4$; Sia $a = 80$, sarà $x = \frac{80}{4\sqrt{4}} = 10$, onde il ristringimento dovrà ridursi alla sola ottava parte di quello era prima, perchè si ottenghi quadrupla altezza: in somma la larghezza della sezione sarà sempre in ragione composta diretta della prima larghezza della sezione, e della subtriplicata del numero esponente la prima altezza, e reciproca della subtriplicata del numero esponente l'altezza, a cui si vuole che arrivi l'acqua.

V.

Si ricava dalla suddetta facile proposizione l'idea generale de' sostegni usati ne' fiumi e canali per renderli navigabili, allorchè scarseggiando questi di acque senza di essi non soffrirebbero il barcheggio, attesa e la mancanza della necessaria altezza dell'acqua, e spesse volte la soverchia velocità che ritengono, per cui resterebbe molto incommodata la navigazione. Altro dunque non facendo i sostegni, che ristagnar l'acqua o in molta o in poca parte, si riduce la quistione al ristringimento del fiume, in modo che nelle parti superiori e cresca di altezza, e si minori di corso; ma perchè l'acqua sopravegnente deve o in poca o in molta quantità aver il suo esito, ne deriva da ciò la necessità che hanno i sostegni de' diversivi e sfogatori, altrimenti in non molto tempo resterebbero sormontate le rive; questi diversivi possono esser costrutti in ogni sito, purchè non molto lontano da esso sostegno. I portelli, che si lasciano nelle porte del sostegno, servono essi pure di temporaneo diversivo, ma que' canali che lateralmente si formano a sostegni, sono i diversivi perenni e reali, detti propriamente risoratori o sfogatori, la soglia de' quali può esser o di livello col fondo naturale del fiume, o anche più alta, e formata in pendìo a guisa di uno strammazzo. Generalmente parlando, i sostegni se saranno formati ne' fiumi torbidi, hanno bisogno di restar qualche volta aperti per impedire i riempimenti; ma se con acque chiare, possono mantenersi sempre chiusi a comodo della navigazione; qualche volta però anche ne' torbidi, se il diversivo è di molta capacità, possono tenersi sempre chiusi, supplendo il

corso

CAP. XII. corso di questo allo smaltimento della torbida, ne abbiamo l'esempio ne' sostegni della Brenta dalla Mira a Padova.

VI.

Per determinar l' altezza a cui secondo alle circostanze deve farsi il sostegno, perchè non sia sormontato dalle piene con pericolo di restarne danneggiato, basterà tenerlo alto in modo che essa piena possa sfogare per il diversivo, senza che sormonti; il che si otterrà col calcolare una sezione accresciuta di quanto può farla aumentare la piena, servendosi della formola del num. IV di questo, e ben notando a quali altezze pervenir potrà l'acqua nel diversivo, per fissare poscia sopra di questa le coltellate del sostegno che riescano almeno due piedi più alte delle dette misure. In altro modo ancora potrebbesi supplire a tal esigenza, tenendo la fabbrica a quella sola altezza, che si ricercherebbe, se esso sostegno non avesse a servire, che per le acque ordinarie, e ciò coll' introdurre lo sfogatore a strammazzo superiormente al livello dell'acque comuni, ma col dilatarlo a quelle misure, che il calcolo fosse per indicare. Sia per esempio la sezione del diversivo o sfogatore calcolata nel modo esposto al num. IV la BCDE, che contenendo le acque ordinarie ed obbligandole a correre per esso facciano il gonfiamento, la di cui altezza, sia la CB, e possa crescere per la piena fino in FG, quando tant'alte fossero le sponde di esso diversivo; ma perche con tal altezza converrebbe crescere anco le sponde e rivali di esso diversivo; però non si vogli che tanto aumenti, ma solamente da A in H spazio di poche once. Sarà per i comuni principj dell'idrometria l' equazione $AK \times AH \surd AH = BE \times BF \surd BF$, e considerando come incognita AK sarà questa eguale a $\frac{BE \times BF \surd BF}{AH \surd AH}$ valore della ricercata larghezza dello strammazzo del diversivo.

TAV. VIII. Fig. 9.

VII.

Scolio. Sia la piena che potesse venire sopra l'acqua ordinaria alta piedi 5 ovvero once 60, onde $BF = 60$; la larghezza del diversivo BE sia di once 72, e l'altezza che si desidera sopra il labbro dello strammazzo AH sia once 9, dovrà AK esser di once 1200, cioè 15 volte e mezzo in circa più largo dello sfogatore, il solo strammazzo, o sieno li due fianchi che lo vengono a comporre, il che impegnarebbe in una molta spesa nella fabbrica,

ca, e sarà sempre meglio tenerlo alquanto ristretto, e soffrire più tosto una qualche maggior altezza della piena. Nella stessa supposizione lasciando che la piena salisse alta sopra dell'acque ordinarie once 16 facendo AH = 16 once, la dilatazione dovrebbe farsi a once 506, 6 fiate cioè di maggior larghezza del diversivo verrebbero ad avere i due fianchi dello strammazzo, e generalmente la dilatazione di essi fianchi, sarà in ragione composta diretta della larghezza del diversivo, e della subtriplicata dell' altezza, a cui in esso salirebbe l'acqua, che si volesse nel diversivo dello strammazzo, meno la larghezza dello strammazzo stesso. CAP. XII.

VIII.

I sostegni inservienti ad uso di navigazione si formano con due mani di Porte, a motivo di poter livellare le acque tanto superiori, che inferiori, e dar il passaggio alle barche; il che succeder non potrebbe, se una sola mano vi fosse, com' è facile da raccogliersi per poco che vi si rifletta. Sia ABCD quello che chiamasi Vaso delle Porte, fabbrica che ordinariamente si fa di pietra; CF, BF le Porte superiori, che si chiudono in angolo, perchè più possino resistere al peso dell'acqua superiore; DE, AE sono le porte inferiori, che anch'esse si chiudono in angolo, mentre aperte che siano le superiori, devono sostener il peso dell'acque come le prime; qualche volta però possono anco chiudersi queste in linea retta, ma in tal caso la Porta è una sola, piantata in D ovvero in A, e tanto larga che arrivi col suo battente nell'opposto gargamme, che anderà lasciato nelle muraglie, onde chiudersi perfettamente il varco all'acque: così fu fatto nella parte inferiore del gran Vaso del Dolo sopra la Brenta; DCBA vien detta propriamente la Conca formata da' muri laterali DC, AB, che dovranno, come il rimanente della fabbrica esser piantati alla maggiore possibile profondità, come in RQ, che viene a formare profilo della pianta sopra le teste di frequentissimi pali ZR, QY, se il terreno mostra di avere del cuoroso: La soglia di CFB dev' esser formata un piede in circa più alta della platea di fuori e superiore CVBL, ma di livello in circa coll'interiore del Vaso, e la soglia di DA si farà pure un piede in circa più alta della platea medesima del Vaso, ed a tal livello si farà pure la inferiore HDAI, e ciò perchè le Porte trovino, onde appoggiarsi nel fondo chiuse che siano, dovendo a tal oggetto esse soglie formarsi TAV. VIII. Fig. 10.

CAP. XII. angolari come CFB. Vi si formano parimenti le ale di muro BL, CV; AI, D*d* da farsi o in questa, o in altra più congrua forma; chiusa che sia la porta superiore CFB, l'acqua OP sarà come nel profilo alta *a*O, cioè più alta della inferiore NSV quanto è la ON; ma aperta questa Porta e chiusa l'inferiore, la OP superficie dell'acqua, passerà in T, ed allora le barche saranno introdotte per passare inferiormente in VS, vuotato che sia il Vaso col mezzo de' portelli, come col mezzo di questi verrà riempito; se poi una barca debba esser tradotta dall' inferiore acqua alla superiore, allora passando da VS in VN, chiusa la inferiore Porta DA, si dovrà empire il vaso, e ridotta l'acqua all' altezza NO aprire la Porta superiore CFB, il che si farà senza difficoltà alcuna, pareggiate che siano le acque dentro e fuori del Vaso. Ma perchè queste Porte o sostegni rostano e serrano perfettamente il fiume, se questi ha incessante sovravegnente, si dovrà lateralmente, perchè non inondi quanto più si può lontano da' muri della fabbrica per evitare i pregiudizj alla medesima, introdurre il diversivo GMHK di quell' ampiezza e profondità che il calcolo dimostrerà, secondo a quanto si è mostrato al num. IV, e seguenti di questo Capitolo.

IX.

Le Porte de' sostegni devono esser formate di ottimo legname, quercia, castagno, o larice, ben ordite con travi come in ABCD che rappresenta la parte di dietro riguardante la conca nella superiore, ed il fiume nell' inferiore dalla parte di sotto di essa conca, ma *abcd* rappresenta la parte della Porta, che ha da sostenere la corrente del fiume, o per meglio dire, il peso; vale a dire ABCD ha da restare dalla parte verso l'acqua inferiore e fuori e dentro della conca, ed *abcd* ha da esser volta all' acqua superiore, e perchè chiusa che sia una delle Porte del sostegno, conviene prima di aprirle, e dar il passaggio alle barche, che la conca si empisca di acqua, però in esse Porte vengono introdotti i portelli G, H: *g*, *b*, ed i suoi otturatoj I, K, raccomandati alla verga di ferro o di legno *e*I, *f*K, che medianti i manubrj E, F; *e*, *f* ed il rincontro de' denti della ruota dentata, facilmente si alzano ed abbassano, chiudendosi, ed aprendosi secondo il bisogno. Se le Porte sono divise in due parti basterà un portello per ciascheduna; se poi la Porta non è divisa, come dinotasi nella figura, se ne introdurranno due, acciocchè si abbia e

TAV. VIII. Fig. 11 e 12.

nell'

nell'uno e nell'altro modo la facilità neceſſaria per empire, e vuotare il vaſo o conca, e laſciare più ſpedita la navigazione. CAP. XII.

Quando la conca è grande, e molta l'altezza dell'acqua ſoſtenuta, allora oltre i predetti portelli, ſi può introdurne un terzo nella groſſezza delle muraglie, perchè con maggiore prontezza ſi poſſa empiere il vaſo; ma è da avvertirſi, che ſia ben aſſicurato, mentre il gran corſo che concepiſce l'acqua lo può di leggieri danneggiare con pericolo di far rovinare il ſoſtegno. Tal foro, quando vi ſia, non ſi dovrà aprire, quando la conca ſia ancora con poc'acqua, bensì ſolamente allora, che ſi trova oltre della metà ripiena, levandoſi con ciò di molto la forza dell'acqua uſcente, e togliendoſi il pericolo che non reſti l'edificio in alcuna ſua parte ſconcertato. Alle Porte del Dolo ſi trova un foro dalla parte deſtra ſuperiore all'entrare, e chiamaſi il *Vampadore*, che viene aperto con le leggi antedette, così ricercandolo l'ampiezza ed altezza di quella notabile fabbrica; ed a motivo, che il gran corſo dell'acqua non danneggiaſſe la platea del ſoſtegno, è ſtato uſato dalla cognizione dell'Architetto che lo piantò, poco prima del 1534 un ottimo ripiego, e fu, di far bensì entrar l'acqua per un ſolo foro, ma di allargarlo poi nell'interno de' muraglioni in un ſpazioſo condotto, e farlo uſcire nella conca o vaſo diviſo in cinque fori coſtrutti di marmo, di larghezza un piede e mezzo per ciaſcheduno, onde l'acqua entra nella platea nè meno con la quarta parte della velocità, con cui ſi caccia per la bocca del *Vampadore*. Tale artifizio fu da me oſſervato ſul cadere dell'anno decorſo 1740, quando di Pubblico comando feci porre in aſciutto quel gran Vaſo per rimetterlo da' gravi ſconcerti che aveva riſentiti ed in ogni angolo dell'ingreſſo ſuperiore, e nella platea che fu trovata per la metà ſconvolta nel feliciato ſuo di cotto; Difficile, per vero dire, è ſtato il levargli l'acqua, atteſa la gran copia de' ſabbioni che aſſediavano e ſuperiormente ed inferiormente il Vaſo ſenza che mai ceſſaſſero le trapelazioni ſino a tanto che non furono perfettamente levati dal corſo dell'acqua che fra un boſco di palificate pur anco ſuccedeva, e laſciato il fondo col ſolo terreno buono di creta; per altro nulla più ha contribuito all'aſciuttamento predetto, ed alla ſicurezza de' lavorieri, di una pianconatura o travata che vi feci porre a pochi piedi ſuperiormente alle porte, dopo ch'ebbi rilevato eſſervi nelle laterali muraglie, benchè molto sdruſciti, i gargammi per riceverla. La pozzolana

CAP. XII. con cui ſono ſtati impaſtati i cementi, ed i molti marmi poſtivi di nuovo in gran mole per i goloni da annicchiare i fuſi delle Porte, promettono la più ſoda reſiſtenza di detta Reale fabbrica nel tempo avvenire.

X.

La formola che ſi regiſtra al numero XX del Capitolo ſecondo forniſce ſufficientemente quanto occorre, circa il tempo e quantità dell'acqua, che dalla parte ſuperiore OP paſſa nella conca, e da queſta nell'inferiore Canale, nella ſuppoſizione però, che per l'empirſi della Conca predetta non cali OP, nè creſca VS, ma che la capacità di eſſa conca ſia infinitamente piccola in riguardo del rimanente del fiume. La formola dunque del numero predetto è $R = \frac{6304 \times CCT\sqrt{A}}{60'' \times 5}$, in cui R è la quantità uſcita da un foro di un Vaſo, la di cui acqua ſia ſempre mantenuta alla medeſima altezza; CC l'area di eſſo foro; T il tempo; A l'altezza dell'acqua ſopra del centro del foro; 60" un minuto primo, il tutto eſpreſſo in once cubiche del piede di Bologna: e perchè ſi vuole come incognito il tempo che ſi conſumerà al riempirſi della conca, però ſarà $T = \frac{5 \times 60'' \times R}{6304 \times CC\sqrt{A}}$, ed eſſendocchè nell'eſempio del Vaſo, l'altezza dell'acqua va ſempre ſcemando, ſarà però, in vece della velocità corriſpondente a queſt'altezza A, da ſoſtituirſi la velocità ragguagliata o *media* competente allo ſcarico di una data quantità.

TAV. VIII. Fig. 10.

XI.

Sia pertanto l'acqua ſuperiore alla porta chiuſa AE; CD il portello; KL la di lui larghezza; HI la larghezza ragguagliata della conca del ſoſtegno; FB la di lui lunghezza; SQBF × HI la quantità dell'acqua paſſata in un certo tempo nella conca predetta, il qual tempo è da ritrovarſi, data la detta quantità; FB è la ſuperficie dell'acqua communicante con l'inferiore del ſoſtegno ſempre più alta del portello CD. Sia AB = a; AQ = x, dunque QB = $a - x$; HI = d; FB = c; CD = n; KL = m. Intendaſi ART una parabola ch'eſprima le velocità dell'acqua all'entrare nella conca, cioè BT dinoti quella *media*,

TAV. IX. Fig. 1.

dia, che compete al primo ingreſſo dell'acqua, allorchè reſta chiuſa la porta GM, ed aperto il portello CD; e QR quella velocità pur *media*, che avrebbe l'acqua gionta col ſuo pelo all'altezza SQ; ma perchè ſono in un continovo variare tutte queſte decreſcenti velocità, pertanto ſarà da prenderne di tutte una media, cioè $\frac{BT+QR}{2}$ per quella che aſſai da vicino può riſpondere a' fenomeni del movimento di queſt'acqua, onde detta velocità, per la natura della parabola, ſarà $\frac{\sqrt{AB}+\sqrt{AQ}}{2}$ $= \frac{\sqrt{a}+\sqrt{x}}{2}$ quindi nella formola eſpreſſa nel numero antecedente $T = \frac{5 \times 60'' \times R}{6304 \times CC\sqrt{A}}$ in vece di $\sqrt{A}$ ſarà da ſoſtituire $\frac{\sqrt{a}+\sqrt{x}}{2}$ come in vece di R il valore del ſolido $SQ \times SF \times HI = dc \times \overline{a-x}$ onde $T = \frac{2 \times 60'' \times 5 \times dc \times \overline{a-x}}{6304 \times mn \times \sqrt{a}+\sqrt{x}}$ formola generale per cui ſi verrà in cognizione del ricercato tempo.

CAP. XII.

XII.

Scolio. Si faccia $x = 16$, $a = 49$, dunque $QB = 33$; $d = 480$, $c = 1200$; $n = 12$; $m = 18$, che però la formola ſarà mutata in $T = \frac{10 \times 60'' \times 1200 \times 480 \times 33}{6304 \times 18 \times 12 \times 11}$, di cui il logaritmo del numeratore, ſarà 10. 07004, e quello del numeratore 7. 17545, e perciò il logaritmo del tempo ricercato 2. 89459, e perchè reſta eſpreſſo in ſecondi, ſi divida per 60, ſottraendo cioè il logaritmo di queſto numero dal predetto, e rimarrà il logaritmo del tempo in minuti 1. 11644, che dà 13 minuti primi in circa.

Ma volendoſi ſapere il tempo intiero, che ſi conſumerà nell'empiere tutto il vaſo del ſoſtegno, cioè allora quando l'acqua ſarà arrivata in A, allora, divenendo $x = 0$, ſi cangia l'eſpreſſione in $T = \frac{10 \times 60'' \times dc\sqrt{a}}{6304 \times mn} = \frac{10 \times 60'' \times 1200 \times 480 \times 7}{6304 \times 18 \times 12}$ ed il logaritmo del numeratore ſarà 9. 38366, e quello del denominatore 6. 13406, onde il logaritmo del tempo ricerca-

to

CAP. XII. to 3.24960, e ſottraendogli il logaritmo di 60 come ſopra, rimane eſſo logaritmo del tempo 1.47145, che vale 30 minuti primi, ed in tale ſpazio di tempo reſterà empita tutta la conca del ſoſtegno.

XIII.

Coroll. I. Reſta manifeſto, che ſe un altro ſimile portello reſterà aperto nella medeſima porta, l'empimento predetto ſeguirà nella metà del tempo, cioè in un quarto d'ora; dovendoſi per altro avvertire circa a' portelli e loro grandezze, di averſi a ſtabilire in modo, che non rieſchino ſoverchiamente grandi per non render debole la porta, e pregiudicare al vaſo col maggior peſo dell'acqua, e che parimenti non rieſchino ſoverchiamente piccoli per non averſi a conſumare troppo tempo nel paſſaggio delle porte.

Coroll. II. E' ancora manifeſto eſſervi il modo di determinare la grandezza di eſſi portelli, perchè ſia tale, coſicchè in un dato tempo ſomminiſtri l'acqua neceſſaria, dovendoſi però prendere tali miſure dall'acqua ordinaria, e non già dalla piena, o dall' eſtrema magrezza.

Coroll. III. E' chiaro parimenti, che le regole inſervienti per empiere la Conca, in riguardo cioè al tempo ed apertura de' portelli, le medeſime ſervire ancora per ſcaricarla, correndo nell' uno e nell' altro caſo le ſteſſe leggi. Sogliono per altro gli eſperti Portinaj aprire i portelli in due volte, e ciò per non dare tanto carico alla fabbrica, allorchè la Conca trovaſi vuota, atteſo il grande corſo di acqua, che in tale ſtato concepiſce, aprendo poi tutto il lume di eſſi portelli, quando è per la metà incirca ripiena, rimanendo tolto allora ogni pericolo, il che dee oſſervarſi, quando in ſpecie è il tempo delle eſcreſcenze, e che la caduta dell'acqua ſi fa di maggior momento.

XIV.

Il modo effettivo di piantar i ſoſtegni ſarà il ſeguente: Riconoſciutoſi nel luogo diviſato ove ſia il miglior fondo, mediante la Trivella gallica, con cui eſtraeſi di ſuolo in ſuolo la terra fino alla profondità neceſſaria; ſi ergeranno due cavedoni o inteſtature attraverſo del fiume R. S; laſciando però l'adito a fluire l'acqua per qualche eſito laterale nell'inferiore; dipoi ſarà da eſcavarſi una gran buca, ben profondandola ſotto dell' orizonte

TAV. IX. Fig. 2.

della

della Campagna li 16, 18 e ſino a 20 piedi a miſura della buona o rea qualità del terreno, e la larghezza e lunghezza di queſta, non ſolamente dovrà eſſere quanto porta l'eſteſa della fabbrica, ma quel di più ch' è neceſſario in riguardo della profondità, e di quelle banche che nella ſcarpa ſi avranno a laſciare, e ciò per due motivi, e perchè la terra di ſopra peſando troppo, non cada nella buca ſteſſa, e perchè gli operaj poſſino gettar eſſa terra con il badile o paletto di banca in banca (ſe più di una uopo fia di formarne) ſenza molta difficoltà: Una buca che foſſe profonda 18 piedi, vorrebbe due banche, oltre il piano del fondo, e così a proporzione; qualche volta la tenacità del terreno può eſſer tale da ſoffrir ſenza banche l'intiera ſcarpa di tutta l'altezza del cavamento, ed allora per aſportar fuori la terra, converrebbe uſar i ponti e le carolle.

Preparata che ſia la buca, o che il terreno del fondo è bianco e cretoſo, o cuoroſo e nericcio, oppure compoſto di ſabbione e rena; Se bianco e cretoſo ſarà da conſiderarſi, ſe tale ſia dapertutto, ovvero in qualche ſola parte, come ancora ſe di rena e ſabbione foſſe, ovvero di cuoro ſia dapertutto oppure in qualche ſito ſolamente del preparato cavamento, ed a norma delle varietà, che ſaranno trovate, ſi avrà ad operare diverſamente nell' impianto de' fondamenti: generalmente il terreno negro e pieno di radici di erbe e canne è il più cattivo; La creta ed il terreno bianco e ſodo è il migliore, e tale è pure la rena ed il ſabbione, quando però non vi ſia gran caduta dell'acqua nella fabbrica, che ſi deve intraprendere, mentre in tal incontro potrebbe dubitarſi, che il ſabbione veniſſe aſportato, e rimaneſſero troppo deboli i fondamenti, ma dove non ſi trova ſe non poca caduta, il ſabbione ſi conta fra gli ottimi fondi, potendoſi ſopra di eſſo fabbricare anche col gettarvi de' ſemplici zattaroni doppj di ben teſſuti legni, ſenz'altro palificamento: qualunque però ſia la qualità del fondo con palificate e tavolato ogni fabbrica ſi aſſoda, quando però l'oculato Architetto ſappia al biſogno ben adattare il ripiego, ſenza gettare inutilmente la ſpeſa: ma prima d'internarſi di vantaggio nella fabbrica de' ſoſtegni è neceſſario produrre alcune propoſizioni per rapporto alla reſiſtenza de' fondi.

Un

CAP. XII.

XV.

TAV. IX. Fig. 6. Un peso ADCB egualmente grave in tutte le sue parti, di figura parallelipipeda, il di cui centro di gravità sia E, se sarà posato orizontalmente sopra di un piano DC egualmente cedente, onde tutti i filamenti che devono resistere alla pressione FD, IH ec. GC, abbenchè in qualche maniera compressibili, e cedenti, lo faccino fino ad un certo grado, a cui arrivata la discesa del peso, restino le resistenze di essi filamenti, bilanciate con la pressione, cioè allorchè resti intieramente estinta la forza viva del grave, ed altro non sia in azione che la morta, il che di succedere si supponga, allora che gionto sia il peso in *dc*, restando i filamenti abbreviati della quantità H*b*, H*b* ec. a causa della compressione, e rimasto il peso con la sola forza morta; ciò non ostante il detto peso otterrà ancora la stessa positura orizontale, ed in tal modo potrà conservarsi: il che si dimostra agevolmente avvegnacchè tutte le parti egualmente gravi, incontrando per la supposizione eguali resistenze, non vi è ragione perchè una parte discender debba più di un'altra, tanto le esteriori *d*, *c*, che le interiori *b*, *b*; discenderà dunque il centro di gravità E per una retta linea perpendicolare all'orizonte, e discesо che sia fino all'estinzione della forza viva, ed a trovare l'equilibrio con le resistenze, ivi fermamente potrà sussistere senza incontrare verun'altra alterazione: Per tanto quando il fondo sia in tutte le sue parti di una egual resistenza, ed in quel sito specialmente, in cui si vuole piantare qualche edificio, anche senza palificate, si potrà ergervi la fabbrica col porvi un buon tavolato doppio, composto di ben uniti assoni; il peso della quale al più potrà discendere qualche oncia sotto del piano stabilito, ma quivi arrivata non procederà più oltre. E' pero da avvertire di doversi caricare dal più al meno egualmente le parti omologhe e corrispondenti, altrimenti nè il centro di gravità E potrebbe discendere per la perpendicolare suddetta, nè egualmente restar compressi i filamenti *b*I, *b*I ec.; e l'edifizio sentato che fosse, rimanendo con la sola forza morta, caderebbe fuori del piombo, con disordine, e brutta apparenza.

Per-

XVI.

Perchè poi i fondi compoſti di materie cedevoli non ſono ordinariamente tali, ſe non per un certo determinato ſpazio, coſicchè ſe a qualche piede vicino alla ſuperficie della campagna il terreno è di cuora, o di altra materia meno reſiſtente, più ſotto finalmente trovaſi la creta ed il caranto, che dà una perfetta ed eguale reſiſtenza. Chi poteſſe fondar le fabbriche ſempre ſopra di un tal fondo, non abbiſognerebbero eſſe nè di palificate, nè di tavolati o zatteroni, ma baſterebbe eſcavar tanto ſino che ſi trovaſſe eſſo buon terreno, il che ne' luoghi paluſtri non è quaſi mai permeſſo per le ſorgive, che il profondare oltre di certe miſure impediſcono, onde reſtano annegate le buche, quando ſi vogliono cavate oltre delli 14 in 16 piedi, quindi è di meſtieri declinare da queſte eſcavazioni, ſoſtituendovi altri mezzi, che ſiano valevoli ad appoggiarſi al terreno forte ſenza altra eſcavazione, e con ciò ridurle alla dovuta conſiſtenza. Tali mezzi altri non ſono, che i pali piantati a piombo, e di tal lunghezza, che con le loro punte per un terzo incirca della loro lunghezza, reſtino fitti nel terreno ſodo, perchè poſcia ſopra le loro teſte, ſi poſſa conficcare il tavolato di aſſoni. Sia in grazia di eſempio eſcavato il terreno ſino in AB, facendo la buca con due banche X, Z, ſecondo a quanto ſi è eſpreſſo al num. XIV. di queſto, nè più oltre ſenza pericolo ſi poſſa progredire, non avendoſi pur anco il terreno conſiſtente per tutto lo ſpazio ABIKDC, e comincj ſolamente il terreno forte alla profondità EIK. Si profondino dunque i pali AF, BG, DK, e tutti gli altri intermedj di modo che per un terzo incirca reſtino fitti in detto terreno forte, coll'avvertenza che i pali, che ſaranno fitti nel perimetro della fabbrica ſiano il doppio più lunghi, di quelli dell'interno della medeſima; cioè ſe queſti ſaranno 5 piedi, ſiano quelli 10; ſopra le teſte di eſſi pali, che dovranno eſſer tutti contigui, e come ſi dice teſta con teſta ridotti che ſiano ad un ſolo livello, ſi ſtabiliſca il tavolato di aſſoni ABDC, e ſopra di queſto ſi comincierà il muro della fabbrica.

TAV. IX. Fig. 7.

Le regole da oſſervarſi in queſta importante materia ſono le ſeguenti. I. Se la fabbrica non è di grande eſteſa, come ſe foſſe una Chiavica, ed il terreno AEIKD di mediocre conſiſtenza, e ben forte l'altro EFGHKI, allora ſi potrà appoggiare il tavolato a due fila di pali, piantati ſotto delle eſtremità AC, BD,

CAP. XII. e queſti anco con qualche diſtanza fra di loro; ma ſe il terreno non è di tal natura, converrà piantare i detti pali aſſai più vicini, ed anco contigui, e teſta con teſta. II. Se la fabbrica è più dilatata, ed il terreno di mediocre conſiſtenza, ſarà di meſtieri piantare un terzo ordine di pali parallelo a' primi; e ſe eſſo terreno foſſe ancora meno ſuſſiſtente, ſe ne dovrà piantare una quarta ed una quinta linea; e finalmente ſe il terreno foſſe del tutto inabile a ſoſtenere il peſo della fabbrica, converrà empiere tutto il vano di pali ben lunghi, facendo che arrivino più giù che ſia poſſibile, e che ſi tocchino teſta con teſta, legandoli ben bene con ſue catene e filagne, di modo che poſſino ben reſſiſtere al grave peſo, che gli verrà ſovrapoſto ſenza pericolo di ſconcertarſi.

XVII.

Sopra del Tavolato ſi dovranno ſtendere i ſuoli di pietre cotte a quante mani, che occorreranno, ſino a tanto che ſi arrivi all'altezza ove l'acqua camminar dee, foderando poi queſta ſuperficie di corſaròli di marmo, il tutto ben inarpeſato e conneſſo: ma perchè accade ſpeſſe volte, che o per la ſoverchia ſpeſa, o per la mancanza de' marmi, non ſi poſſano con i medeſimi guernire le fabbriche, ſi potrà ſupplire con il laterizio nel modo che ſegue, ſecondo a quanto avanzò in una erudita Relazione il rinomato Montanari in data 10 Febbrajo 1686, per certa navigazione nel Friuli, ſu di cui allora verſava quel celebre Profeſſore. *Cavato*, dic'egli, *prima il fondo alla profondità di due piedi ſotto il piano, ove deve eſſere il ſelicciato* (che dovendoſi lavorare in luoghi paluſtri ſarà il ſito, ove anderà il tavolato, di cui ſopra ſi è detto) *vi ſi farà una buona platea di ottima calcina ben lavorata, e miſchiata con giarella minuta ben vagliata, e netta dalla terra, oltre il ſolito ſabbione, e queſta all'altezza di oncie 24, la quale ben battuta, e laſciata per più giorni far la ſua preſa, vi ſi butterà dipoi per quattro o cinque giorni, ogni dì tant'acqua, che la ricuopri tutta, acciò ne ſucchii il ſuo biſogno a perfezionare la ſua preſa, dopo di che trovandoſi abbaſſata, com'è ſolito nell'aſciugarſi, circa once 4, vi ſi farà ſopra il ſalizzo di pietra ben cotta e ſcielta e ſpianate inſieme, acciò nel lavoro ſi accoſtino bene, valendoſi ſimilmente d'ottima calcina, e ne verrà fatto un ſalizzo fortiſſimo, che laſciato ben riposare, diventerà tutta una forte platea d'un pezzo, che ſempre più indu-*

ran-

randoſi reſiſterà maravigliosamente alla caduta dell' acqua, e ad ogni ſorgente inferiore, diſtendendo un tal ſalizzo non ſolo per tutta la capacità delle Porte, ma nell'uſcita delle medeſime alquanti piedi più avanti, in modo però che nel fine vada a colligarſi con un muretto inferiore, che gli ſerva di fondamento: al che altro non aggiongeremo, ſe non che ſe eſſa platea ſarà formata con calce a pozzolana, ancora più forte riuſcirà l'impaſto predetto. Sarà poi neceſſario che i muri della fabbrica rieſcano di un piede e mezzo incirca dentro del piombo delle eſterne palificate, non eſſendo ſe non troppo azzardoſo il piantarli all'eſtremità delle medeſime, potendo accadere per tal motivo de' ſconcerti ben gravi a tutto l'edificio.

XVIII.

Non ſarà ſuperfluo l'avvertire, che a titolo di maggior fortezza ſaranno da guernire i Cantonali della fabbrica di buoni marmi, onde ne ſegua una forte legatura, e quando mancaſſero i marmi, ſervirſi di ottime pietre cotte fregate, e di buona calce, e ſe foſſe meſchiata con pozzolana ſarebbe ancor meglio, e ciò perchè con maggior forza ſi reſiſta al corſo dell'acqua, ed all'urto, che ſovente in paſſando eſſa vi imprime, che perciò non ſarebbe fuori di propoſito l'introdurre nella platea certe boſſole a canto del riſalto dell' angolo più vicino all' ingreſſo delle porte, nelle quali foſſero piantati alcuni pali ſquadrati ad oggetto di cuoprire i detti riſalti dagli urti delle barche, ſe da queſti le fabbriche ricever poſſono de' gravi ſconcerti; Se però il detto angolo ſarà con marmi, poco o nulla nè potrà riſentire la muraglia. Quando vi fia ſfogatore, converrà pur munire la di lui bocca eſterna, o con buona muraglia, oppure con buona palificata, mentre ſtante che per queſto ſi da la communicazione libera fra l'acqua ſuperiore e l' inferiore, il corſo viene grandemente ad accelerarſi, ſicchè molto facilmente ricever corroſioni aſſai pregiudiciali nè poſſono le rive, e reſtar intaccata la bocca di eſſo diverſivo, onde il ben munire e quelle e queſta, ſarà affatto neceſſario. Si può ottenner l'intento di divertir l'acqua, ed anco di render la bocca del diverſivo meno eſpoſta alla violenza dell' acqua col fabbricar opportunamente in eſſo diverſivo qualche edificio, che ſoſtenendola ne moderi il corſo, ed accreſca agli abitatori vicini il comodo o fia per la molitura de' grani, o di altro, ed a Padroni del Soſtegno l'utile.

CAP. XII.

XIX.

TAV. IX. Fig. 2. 4. 5

La forma de' ſoſtegni ſi riduce o alla deſignata nella figura 2, o a quella connotata nelle figure 4 e 5. La più reale e forte è quella che ha meno angoli, cioè quella del numero 4, e di tal forma ſono i celebri ſoſtegni di Governolo ſul Mantovano, e e del Dolo nel Padovano; i più comuni ſono gli ottangoli, che tali rieſcono compreſi i lati delle Porte, come moſtra la figura 5, altri ſi formano come dinota la figura ſeconda, ed allora principalmente, quando le barche, che devono paſſarvi, ſiano picciole, e ſervono per i piccioli fiumi. I maggiori, quelli cioè deſtinati ſopra fiumi grandi, non ſolamente devono eſſer fatti con groſſi muraglioni di 5 e *6* piedi di larghezza, ma devono anco eſſer aſſicurati co' ſuoi ſperoni o barbacani, come reſta eſpreſſo in detta figura, in cui PNQO è la platea AB, CD ſono le ſoglie; FZ, ZH le porte ſuperiori diviſe in due; CD l'inferiore; le prime che ſi chiudono in angolo, contraſtando fra di eſſe; quelle della parte inferiore batte nel riſalto di muro della fabbrica; *γγ* ſono i gargammi o goloni corriſpondenti alle boſſole per ricevere gli aſſi delle porte; FPE, BQG ſono le ale d'avanti; CNK, DOM le ali di dietro; TT i Caſelli per maneggiarvi l'argano da aprire eſſe porte; XX i barbacani o ſperoni che aſſicurano le muraglie. Il profilo di una parte lo dimoſtra la figura 3, in cui *gcib* è la platea, *bkli* gli aſſoni ſotto di eſſa, piantati ſopra i pali teſta con teſta *kmonl* eſiſtenti ſotto de' fondamenti; *dabp* il muraglione, *fpe* il barbacane.

TAV. IX. Fig. 3.

XX.

Scolio. Uno de' mezzi più efficaci per obbligar i fiumi a ſoffrir la navigazione, quando tali di ſua natura non ſiano a motivo della loro grande pendenza, ſono i Soſtegni, e con queſti anche i piccioli, per così dire rigagnoli ſi poſſono ridurre al barcheggio, e non ſolo nelle pianure, ma ancora nelli ſteſſi monti, onde chi ne fu l'inventore ha al certo un gran merito con l'umana ſocietà: Ho cercato molto per rintracciare di queſti il nome, e ſapere il tempo di un sì ſpezioſo ritrovamento, ſenza averlo potuto conſeguire, ſe pure certa notizia, che mi deriva da private carte non poteſſe dar qualche lume per riconoſcere il detto benemerito inventore. Ho trovato dunque che Dioniſio, e Pietro Domenico fratelli da Viterbo del fu Maeſtro Franceſco di detta Città Ingegnere della

della Signoria di Venezia acquiſtano del 1481 li 3 di Settembre da' Sign. Contarini certo ſito nella Baſtia di Strà, luogo ben noto verſo di Padova, per formar in eſſo un ſoratore del Piovego, ch'è quel canale che viene da Padova al detto luogo di Strà, ed in certa ſupplica de' medeſimi da Viterbo di detto anno, reſta eſpreſſo ch'eſſi, che ſi chiamano *Maeſtri di orologgio*, faranno, che le barche e burchi potranno paſſare per la Chiuſa di Strà ſenza pericolo, operando in modo che le acque uſciranno con facilità, e ſenza eſſer obbligate a ſcaricare, e ſenza eſſer tirate. Aggiungono poi le condizioni, fra le quali la principale ſi è quella di aver eſſi a formar l'*ingegno* come lo chiamano, e mantenerlo; il che eſſendo ſtato loro accordato aſſieme con quel provento che pur avevano dimandato, coſta da Ducale a' Rettori di Padova, in cui ſi eſprime compito il Soſtegno di Strà; perlocchè ricercorono i detti Maeſtri di far una buova per maggior perfezione dell'opera. A coſtoro dunque, almeno nello Stato Veneto, ſi può dare il vanto di tal invenzione, non trovando chi prima di eſſi l'abbia ideata nè poſta in pratica. CAP. XII.

Con l'uſo de' Soſtegni abbiamo veduti congionti i mari, e tradotti, per così dire, per le ſteſſe Montagne i naviglj. Nel famoſo Canal Reale che dà la comunicazione in Francia a i due mari, ſi contano 64 ſoſtegni, fra' quali alcuni doppj, uno quadruplo, e quello di Fonceranes vicino a Beziers ha otto mani di porte conſecutive: idea veramente mirabile e nuova, e ben riuſcibile fra monti, ſoſtenendoſi da queſto ſolo ſino ad undeci toeſe di altezza di acqua, che ſono piedi 66 di Parigi, ed in circa da 62 de' noſtri, e da ogni porta piedi 8. E'lunga eſsa gran fabbrica, (diviſa come ſi è detto in diverſi vaſi) 156 toeſe o ſiano piedi 696, cioè pertiche 111 delle noſtre, per nulla dire delle due conſerve ſtabilite per impinguarlo, di Caſtelnaudari, e di Nauroze, alimentata queſta dal Riſerbatojo di S. Feriol; il che ſi è voluto indicare perchè ſi conoſca ſin dove ſia giunto l'umano ingegno nel maneggio delle acque, e ſin dove ſiaſi eſteſa la potenza di Ludovico XIV per promovere il commercio del di lui Regno; il merito di un' Opera sì grande ſi attribuiſce a Pavolo de Riquet, ch' eſeguir la fece ſopra i progetti dell' Andreoſſy Matematico, fu cominciata del 1666, e terminata del 1680.

La navigazione di Bologna, che ſi pratica per il naviglio tirato, mediante la Chiuſa di Caſalecchio ſino a Malalbergo, e per le Valli verſo di Ferrara, arrivata ch'è da queſta Città al Bentivo-

CAP. XII. tivoglio, deve ascendere fino al piano di Bologna piedi 50 di quella misura, che vagliono 55 in circa de' Veneti, ed essendovi nel tratto di otto miglia altrettante mani di Sostegni, vengono essi a sostenere per ciascuna mano da 7 piedi.

XXI.

Accade qualche volta di aversi a sostenere l'acqua di un canale con i *piancòni*, o sia con una travata, in vece di Porte, e ciò o perchè poco sia il ricercato sostentamento, o che rare volte ricerchisi l'apertura del Sostegno, o finalmente per evitare la spesa, quando bene tali pianconature non si faccino per regolare i fiumi, acciocchè nelle magre abbiano l'acqua bisognevole, e nelle piene smaltischino la superflua; nel qual incontro tali edificj si piantano in bocca de' diversivi de' fiumi, e si chiudono ed aprono secondo l'esigenze, facendo l'uficio di strammazzi nelle piene, e di sostegni nelle magre. I *piancòni* altro non sono che travi riquadrate poste le une sopra le altre ne' suoi incastri, cosicchè combaciandosi e fra di esse e col marmo ove appoggiano, venghino a trattenere il corso dell'acqua, riducendola stagnante per quanto si estende la di loro altezza. Quando occorre servirsi di tal edificio, non è di mestieri piantare due mani di travi, come nelle Porte, delle quali si è parlato, ma una sola mano è sufficiente, quando bene il fiume non fosse di tal forza da temersi, che una sola non potesse resistere, ed allora è utile anzi necessario il replicare una tal difesa. Antico n'è l'uso, ed al certo fino dal decimo quarto Secolo, cioè anche prima de' Sostegni a Porte, facendone di ciò ampia testimonianza quella fabbrica sul Padovano, che chiamasi comunemente *Colmellone di Limena*, e che esiste nella Brentella nella Villa di detto nome, piantata al tempo di Francesco da Carrara il vecchio. Ella è divisa in due occhi per potersi più agevolmente chiudere alle occorrenze con la travata. Per regolare una navigazione di un canale, che manchi di acque, non vi è forse mezzo più valevole di tali fabbriche, intendendo però di que' canali, che o hanno diversivi, oppure che divisi in molti rami, ricerchino la regolazione di alcune bocche, non già dell'alveo principale, in cui anzi a difficoltare, che a facilitare la navigazione servirebbero, e di gran lunga i sostegni a Porte sono migliori, e più spediti di quelli a piancòni per l'imbarazzo dell'assestar le travi e levarle, il che sempre riesce e difficile, e di molta fatica.

Suppo-

XXII.

Supponendo un' acqua corrente da fermarsi con piancòni, cercasi qual forza sarà da impiegarsi per cacciarli a' suoi luoghi, e si dice che questa, prescindendo dalla propria gravità considerata nell' acqua, dovrà essere in ragione delle altezze, che rimarranno sopra di quel tal piancòne, che si anderà ponendo in opera; imperocchè essendo data la superficie del piancòne, che si appoggia all' incastro o gargamme, e per conseguenza la resistenza che può risentire il medesimo per la propria scabrizie, altro non rimane da considerarsi, che l'urto dell' acqua per aversi il momento della totale pressione; ora quest' urto dell' acqua sta come il quadrato della velocità, e questo quadrato come l'altezze dell' acqua stessa; adunque esso momento starà come le respettive altezze, essendo costante e la superficie del piancòne, e la resistenza a causa della propria scabrosità nell' andar abbasso, e per conseguenza la forza ricercata per cacciarlo al suo luogo, dovrà esser maggiore del detto momento.

XXIII.

Corollario I. Resta manifesto, che quanto i piancòni saranno più gravi in specie dell' acqua, tanto più facilmente anderanno abbasso ad assestarsi a' suoi luoghi, mentre la loro gravità superando quella dell' acqua, ajuterà a vincere le resistenze, e la loro levigazione a superare quelle resistenze che provenir potessero dall' irregolarità della superficie ch' entrar deve ne' gargammi.

Corollario II. E quanto più la bocca della fabbrica sarà ristretta, tanto più i piancòni resisteranno al peso dell' acqua, posti che siano in opera; e per lo contrario, essendo troppo dilatata la bocca, e troppo lunghi i piancòni, più difficile sarà il maneggiarli, e facilmente potranno cedere al carico predetto dell' acqua; quindi il gran Sostegno della Polesella, che fin dal 1705 era stato ridotto a piancòni, in vece delle Porte che prima vi erano, essendo largo piedi 22 Veneziani, è stato da me l'anno 1734 fatto riformare in due vani, coll' ergervi un pilastrone di tutto marmo a mezzo, avendo però lasciato un occhio maggiore dell' altro per dar commodo a qualche barca che vi transitasse, ed in

tal

CAP. XII.

tal modo e si è ridotto facile il maneggio de' piancòni, ed assicurato dall'acque del Pò quell'importante sito.

Corollario III. Quanto più alta sarà l'acqua superiore dell'inferiore, altrettanto sarà difficile il collocar i piancòni ne' suoi luoghi; come allorchè poca sia la differenza dell'acqua, sarà molto facile il porveli, anzi non prima si pongono d'ordinario, che non molto differenti siano i livelli fra l'acqua superiore e l'inferiore, ed in tal modo la fatica riesce minore, e più sicuro il sostentamento dell'acqua.

Corollario IV. Rilevasi ancora che i piancòni più che a trasmetter le barche, come i Sostegni a Porte, siano destinati a sostenere il corso de' canali, mentre non facendosene per lo più, che una mano, troppo di difficoltà avrebbe il barcheggio in passare il rapido corso che ne provenirebbe dopo che quel dato numero delle travi fosse levato, e molta fatica e perdimento di tempo vi sarebbe nel rimetterle; oltredicchè vuotandosi non poco l'alveo nel tempo che durasse aperta la pianconata, ciò non mediocremente altererebbe l'altezza dell'acqua, che potrebbe anco talvolta ridursi sì scarsa da non poter sostener la navigazione.

XXIV.

Mi sovviene di aver letto in qualche manoscritto del Sabbadini Ingegnere che in Venezia ha avuto molto nome nel secolo XVI in cui egli fiorì, come quello che molto ha contribuito alla regolazione dell'acque de' fiumi e Lagune di Venezia; mi sovviene, dico, di certa sua proposizione di formar le pianconate co' travi posti non orizontalmente, com'è l'ordinario costume, ma a piombo uno dietro l'altro. In fatti sembra a prima vista, che maggior facilità vi potesse essere nel collocarli, essendocchè non incontrano l'acqua, se non per quanto porta la di loro grossezza; dove ne' piancòni orizontali deesi calar abbasso tutto disteso, coll'incontrare tutta l'acqua secondo a tutta la lunghezza del piancòne: Per servirsi di un tal metodo, si dovrebbe collocarne uno orizontale nella parte alta della fabbrica fuori dell'acqua, che facesse appoggio agli altri; nientedimeno come che per i primi, che fossero assestati poca difficoltà si verrebbe a risentire, così per gli altri, allorchè si fosse per chiudere affatto il varco all'acqua, vi sarebbe molto da faticare, mentre gonfiando dessa a motivo de' primi piancòni che fossero posti in opera, molto si accre-

accreſcerebbe la velocità ne' ſiti ancor liberi, e tal corſo peraventura sì creſcerebbe, che difficile molto riuſcirebbe il porre in regiſtro le ultime travi. Non è però che in qualche caſo anche queſto genere di pianconatura non poteſſe avere il ſuo uſo, quanto l'altra, nel caſo ſpecialmente che l'acqua foſſe poco da ſoſtenerſi, oppure che ſi andaſſe aggiungendo piancòni a miſura de' creſcimenti dell'acqua e di ſopra e di ſotto dalla fabbrica, mentre allora non molto potendo eſſer il corſo, darebbe ciò luogo alla poſizione de' piancòni ne' proprj luoghi con una competente facilità. CAP. XII.

XXV.

Definizione. Chiavica altro non è, che una fabbrica per lo più di muro in teſta de' ſcoli, cioè ove queſti pongon foce nel recipiente, e talvolta anco in altri ſiti intermedj a cagione di ſoſtenere, chiuſa che ſia, con le ſue paratòre, per qualche tempo le acque dello ſcolo, quando quella del recipiente ſia più alta di quella dello ſcolo; Si apre poſcia ogni qualvolta il pelo del detto recipiente ſtia più baſſo del pelo dello ſcolo; in ſomma ella è una fabbrica che ſi chiude ed apre, ſecondo l'eſigenza dello ſcolo e delle Campagne, e ſerve principalmente a liberarle dalle acque provenienti o dalle piogge, o dalle ſorgenti, o da qualunque altr' acqua, che nuocer poteſſe alle medeſime.

XXVI.

Per quanto ſpetta all'impianto non differiſce, in parità di circoſtanze, tal fabbrica da quella de' Soſtegni, de' quali ſi è detto ne' numeri antecedenti, così anco la figura dal più al meno è la ſteſſa, a riſerva dell'eſſer i Soſtegni più grandi, e le chiaviche più piccole, come che quelli devono dar il paſſaggio alle barche, queſte alle ſole acque delle Campagne; Sono anche differenti perchè le Chiaviche, ſe niente ſono di mole riguardevole, ſi fanno coperte con volti, dove i Soſtegni ſi laſciano ſcoperti, ſe pure qualche neceſſità non coſtringe a farlo, come ſuccede alle Porte Contarine di Padova, che paſſando ſotto della pubblica muraglia della Città ſi è dovuto farvi de' Volti. Nel genere delle fabbriche, delle quali ſi è detto, ſono da eccettuare certi Chiaviconi di ſtraordinaria grandezza, i quali avendo più vani, benchè di moderata apertura; contuttociò la mole di tali edificj è anche

CAP. XII. maggiore di quella di qualche Soſtegno; così ſono molti Chiaviconi lungi il Pò e ſegnatamente quelli colà ſul Mantovano, che verſo la foce dell'Oglio ſcolano il Cremoneſe, oltre delle ad eſſi più vicine ed aggiacenti Campagne. Notabile fra queſti Chiaviconi è quello detto de i Quattr'occhi, formato con una ſquiſita Architettura, e di una grandezza rimarcabile; ſi porranno alcune miſure di tal fabbrica perchè ſi poſſa concepire la di lei mole, e queſte rilevateſi nella Viſita generale del 1719, di cui altrove ſi è fatta menzione. L'altezza degli archi degli occhi ſu trovata dalla ſoglia piedi 11. 2. 6 di miſura di Bologna, la lunghezza intiera della fabbrica piedi 77 e mezzo, la lunghezza delle trombe o volti ſotto de' quali diſcorre l'acqua piedi 45, largo ciaſcun occhio piedi 5, la larghezza del proſpetto di tutti e quattro gli archi piedi 30 contigua ad eſſi archi, ma preſa nell' ultimo lembo ſuperiore piedi 33, e nell'ultimo inferiore piedi 36 e mezzo.

XXVII.

Le ſoglie delle Chiaviche che ſono le baſi delle cadenti de' ſcoli, ſi pongono per ordinario di livello coll' acqua baſſa del recipiente, ed anche qualche coſa di ſotto, ſe pure il fiume non è di quelli che vadino elevando il fondo; nel qual caſo le Campagne perderebbero lo ſcolo dopo qualche tempo, e ſarebbe uopo ricercare altri ſiti, ove ſcolarle, come ne diremo a ſuo luogo. Chi teneſſe più alta la detta ſoglia dell' acqua magra del recipiente, perderebbe il vantaggio di avere dentro lo ſcolo una maggior altezza di acqua viva; contuttociò, quando le Campagne foſſero aſſai alte, ed i ſcoli con ſenſibile inclinazione verſo delle Chiaviche, ſi potrebbe tener le ſoglie di queſte anche più alte del pelo baſſo del fiume recipiente. Si armano le Chiaviche con le ſue paratore, perchè reſtando chiuſe ne' tempi dell' eſcreſcenze del recipiente, le Campagne che ſcolano non abbiano altr'acqua che la propria, mentre altrimenti avrebbero di rigurgito ancor di quelle del fiume; ordinariamente alzaſi la paratora o con ſemplice leva, oppure con qualche altra macchina dalla parte di ſopra collocata; onde per lo più la fabbrica della Chiavica ſi chiude con volto, che ſerve anco di ponte per communicare l'argine o ſtrada che reſta da eſſa Chiavica diviſa. In due maniere per altro eſſe paratore ſi formano, o ſtabili, e ſolamente amovibili con la forza degli Uomini, oppure da aprirſi

da

da se stesse con la forza dell'acqua, che loro si accolla; Le pri- CAP. me si praticano ne' fiumi, le piene de' quali vengono solamente XII. in certi tempi determinati; Le seconde in quelli, che per esser vicini al mare risentono del rigurgito di questo, e per non introdurre nel flusso marino dell'acque superflue e dannose nelle Campagne, perciò si formano le portelle, che diconsi a vento, le quali battendo verso il condotto si aprono da se stesse ogniqualvolta il livello del fiume recipiente resta più basso di quello dello scolo, e si chiudono quando il pelo dello scolo resta più basso del pelo di esso fiume; contuttociò per assicurarsi dalla penetrazione dell' acqua nell' escrescenze, si sogliono calare anco le paratore stabili, al qual oggetto nelle Chiaviche si formano anco per queste i suoi particolari gargammi.

XXVIII.

Non è dissimile la fabbrica delle Chiuse o strammazzi da quella de' Sostegni, per quello riguarda alla figura esterna, bensì molto differiscono nell'alzato, essendo di mestieri tener tanto alta la platea di essi strammazzi, coficchè trattenghino le acque nell' alveo almeno fino ad un certo segno, se traversano tutto il fiume, e ne' diversivi tenendoli tanto alti di labbro, di modo che nelle sole escrescenze tramandino fuori dell'alveo principale una data quantità di acqua. E perchè le acque così strammazzate devono sovente cadere da qualche notabile altezza, però devesi ben fortificare ed il fondo ed i lati, che contener le devono. Sia GE la palificata sotto della platea, sopra della quale siano pian- TAV. tati i fondamenti; AB sia il piano declive verso le parti inferio- IX. ri dello strammazzo; BD lo scarpone; FDEG un regolòne di Fig. 8. marmo o anche di cotto, su di cui è piantato esso strammazzo; A il labbro o ciglio; AC la scarpa della platea; HI la profondità del fiume; HNLM la superficie e figura dell'acqua, che in cadendo acquista; KC l'atterramento che fa, se il fiume è torbido, superiormente allo strammazzo. Il maggior tormento della fabbrica a causa dell'acqua che cade sarà in DEL; Che se l'acqua potesse per avventura penetrare verso FG, o in altra parte intermedia, la fabbrica potrebbe restar non difficilmente sovvertita e rovinata, com'è accaduto nello strammazzo di pietra detto della Rovigata nell'Adigeto, che restò asportato dopo pochi anni del suo impianto. Osservabile si rende, come sotto la AO orizontale, vale a dire, sotto al ciglio o labbro dello strammaz-

CAP. XII. zo, non reſti l'acqua perfettamente ſtagnante, e per conſeguenza, come non ſi ricolmi tutto lo ſpazio, che giace ſotto di detta orizontale, eſſendo per altro coſtante, che verſo il fiume HI, ſi mantiene eſcavato il diverſivo con la vaſca IKC, dove accanto e contiguo alla ſcarpa AC dell'antipetto non mai reſta ricolmato, come pare che ſucceder doveſſe, ſino in A, ma ſempre vi rimane l'altezza AC ſenza depoſizioni, tanto rilevandoſi ne' diverſivi della Sabbadina ed in quelli di Cavarzere ſopra dell'Adige.

XXIX.

Ciò però non ſempre nella medeſima maniera ſuccede: qualche volta può dipendere dal ſito e da altra inſeparabile circoſtanza dell'acque correnti; conciofiacoſachè facendoſi per ordinario le bocche de' diverſivi in quella parte, in cui il filone appoggiaſi alla riva, ſuccede, che l'impeto dell'acqua non poco ſi eſtenda contro della ſponda ed antipetto, ed impediſca per conſeguenza le depoſizioni; in oltre chiamata l'acqua e dalla bocca dello ſtrammazzo e dalla propria inclinazione a cauſa del ſito, s'iſtrada ella verſo dello ſtrammazzo con molta velocità ed energia, ma non trovando varco ſufficiente per ſcaricarſi con prontezza, converte in parte il moto ſuo progreſſivo in vorticoſo: onde quelle depoſizioni che ſotto del livello del labbro dello ſtrammazzo dovrebbero ſeguire, non ſeguono. Che ſe il diverſivo foſſe piantato in una Golena, o in ſito ove il filone ſteſſe lontano dall'incile di eſſo diverſivo, potrebbe la torbida ricolmare il fondo IKA ſe non ſino al labbro A, al certo molto da vicino, non rimanendo altro, che impedir valeſſe la depoſizione, che qualche piccolo vortice che naſcer poteſſe da qualche impedimento, che pur trovaſſe lo ſfogo dell'acqua.

XXX.

Scolio. Non ſolamente ſi piantano i ſtrammazzi ne' diverſivi, ma talvolta attraverſo de' fiumi ſteſſi, ſe queſti o non ſono navigabili, oppure ſe tali, in qualche altro modo alla navigazione ſi poſſa ſupplire, ovvero ancora allorchè per dar moto agli edificj ſia neceſſario di inalzar l'acqua. Così è ſtato praticato a Governolo nel Mincio, traverſato ch'è queſto fiume da uno ſtrammazzo ad oggetto di ſoſtenere ſino ad un certo ſegno l'acqua di eſſo Mincio, onde i Laghi di Mantova, e principalmente l'inferiore,

reſtar

restar potessero con certa determinata altezza di acqua; a detto stramazzo si sono poi lateralmente fabbricate le Porte per darsi l'adito alla navigazione, che va e viene da quella Città. Altrevolte esso sostegno era pianconabile, e serviva per impedire i rigurgiti del Pò, l'acqua di cui nelle piene sale fino a Mantova con molto danno e della Città e del Lago, che la circonda; adesso tal fabbrica è molto pregiudicata, nè più vengono posti i piancòni, rovinati che sono i gargammi, onde è lasciato libero l'ingresso al detto rigurgito; in acque ordinarie del Pò e Mincio la caduta dell'acqua di questo per detto sfogatore è di piedi 4½ di Bologna, così essendosi trovato li 20 Gennajo 1720. Celebre e di grande impegno è la Chiusa di Casalecchio sul Bolognese che obbliga il Reno a somministrar l'acqua al Naviglio di Bologna; osservabile è quella di Matellica fatta per servigio de' Mulini sotto il dorso del fiume Savio; ne è inferiore quella da noi fattasi sotto del Montone a due miglia o poco più da Ravenna, essa pure destinata ad innalzar l'acqua di questo fiume per la molitura de' grani. CAP. XII.

XXXI.

Consistendo il maggior tormento delle fabbriche a strammazzo nella platea, ed ale inferiormente alla caduta dell'acqua, è necessario guernir le rive di buone e consistenti palificate, e la platea su di cui l'acqua strisciar deve, di buoni e grossi marmi e muraglie munirla. Non è possibile il declinarsi quivi l' estrema forza, che vi esercita l'acqua, ma bensì si può in parte moderar l'intacco de' laterali nel modo che segue. S'incurvi il declive dello strammazzo coficchè resti più basso nel suo mezzo di quello sia a canto i fianchi ed ale, e l'acqua in cadendo inclinerà col di lei maggior corso verso detto mezzo, e verso quello dell' alveo che ricever la deve, ed in tal modo assai meno saranno tormentate le ale, e le rive che ess'acqua cadente accompagnano. Sia lo strammazzo OPCI, che abbia da ricever l'acqua secondo QE, e sia la platea formata sopra due piani vicendevolmente inclinati OQEI, PQEC, avvertendo però che la saetta GE non sia più che di mezz'oncia per piede di tutta la larghezza IC; Si potrebbe anco formare in vece delli due piani rettilinei, de' quali si è detto, una superficie curva che avesse l' asse eguale alla saetta antedetta. A maggior facilità però supporremo i detti due pia- TAV. IX. Fig. 9.

ni

CAP. XII.

ni rettilinei; intendaſi il corpo dell'acqua ſopra dello ſtrammazzo HBCEI, la di cui ſezione a cauſa dell'angolo IEC ſi conformerà nella figura HIECB, eſſendo HB l'orizontale; Le velocità della parte media di eſſa ſezione reſtino eſpreſſe dalla parabola EAF, e quelle della parte laterale per BCD altra parabola, e tutte quelle della ſezione per il ſolido 2AEFDBA, regolandoſi poi le dette velocità dalle altezze reſpettive AE, BC, le due aree eſtreme AEF, BCD ſaranno fra di loro, come i rettangoli ſotto AE×EF e BC×CD, e preciſamente come $\frac{2}{3}$ AE×EF a $\frac{2}{3}$ BC×CD, oppure come $\frac{2}{3}$ AE$\surd$AE a $\frac{2}{3}$ BC$\surd$BC onde quanto la ragione dimezzata AE è maggiore di quella di BC, tanto la velocità in AE è maggiore di BC, e perchè tutta la lunghezza dello ſtrammazzo QE porta la ſteſſa pendenza in QE, come quella dei lati OI, PC, così la velocità ſi conſerverà ſempre maggiore verſo del mezzo, che verſo le parti laterali, quindi il filo dell'acqua più vivo dovrà ſempre eſſere in QE, anzi in certo modo l'acqua laterale di OI, PC invece di progredire parallela ad eſſi lati, dovrà piuttoſto declinare verſo la OE, dimodochè il livello HAB, atteſa queſta maggior velocità, dovrebbe conformarſi in una ſpecie di curva HXB, di ſaetta però quaſi inſenſibile. Se dunque tutto l'impeto propenderà verſo QE è manifeſto che meno reſteranno tormentate le ale laterali IKL, CMN, come certamente ſuccederebbe ogniqualvolta lo ſtrammazzo aveſſe il labbro orizontale, ſe la velocità in tal poſitura ſarebbe dal più almeno la ſteſſa in ogni punto della linea IGC, preſcindendo dalla reſiſtenza delle muraglie de' fianchi, e per tanto le rive ed i laterali verrebbero ad eſſer più tormentate.

XXXII.

Scolio. E' per altro da oſſervare, che facendoſi per lo più i ſtrammazzi ne' fiumi per il ſolo ſfogo delle acque ſuperfiue delle piene, e non già perchè laſcino traboccare le mediocri, e molto meno le acque magre, deſtinate ordinariamente e per mantenere la navigazione, e per tenere eſcavato il letto dalle depoſizioni portate dalle eſcreſcenze, ogni qualvolta però ſi abbino a formare eſſi ſtrammazzi curvi, ſi dovrà ben attendere, che la ſaetta della curvità non abbaſſi ſoverchiamente il ciglio dello ſtrammazzo; quindi per non andare errati in queſto aſ-

ſa-

fare, ſarà bene di ſtabilire il punto più baſſo della curvità, che verrà ad eſſer appunto nel mezzo della platea, coſicchè eſſo rieſca di livello con l'acqua media del fiume, e tener eſſa platea piuttoſto di qualche maggior larghezza, e tale che venghi a ſmaltire l'acqua deſiderata, il che data la ſpecie della curva che formerà eſſo ſtrammazzo, oppure ſe tale non foſſe, ma foſſe compoſto di due rette ſuperficie vicendevolmente inclinate, data la quadratura, o ſia la ſezione, non ſarà difficile dalle premeſſe, il determinare la larghezza competente.

XXXIII.

Accade non di rado, che o per ſcolare le campagne, o per irrigarle, ovvero per portar l'acqua per uſo di qualche edificio, debbaſi interſecare qualche altr'acqua, che diſcorre di mezzo, e fuori del livello di quella da condurſi, o ſe anche nello ſteſso livello non compatibile, che reſti unita alla medeſima. In due maniere ſi ſa per tanto paſſar l'acqua attraverſo di un altr'acqua, cioè o ſotto alla ſuperficie di eſſa, o di ſopra della medeſima. Nel primo modo ſi pratica col mezzo di qualche tromba ſia di legno ſia di pietra: Nel ſecondo col ſervirſi di un ponte con ſue ſponde parimenti o di legno o di muro; Chiamanſi propriamente le prime, *Botti* o *Trombe* ſotterranee; il ſecondo *Pontecanale*, abbenchè qualche volta impropriamente ſi dicano, e le une, e le altre indiſtintamente *Ponticanali*. L'uſo di tali fabbriche è di una ſomma importanza ed utilità, e ſenza di eſſe non ſi bonificherebbero talvolta immenſe Campagne, ma reſterebbero paluſtri ed affatto inutili. Grande n'è l'uſo nel Veroneſe e nel Breſciano, nel primo per ſervizio principalmente dell'adacquamento delle riſare, nel ſecondo per le irrigazioni delle praterie. Nel Poleſine di Rovigo ſono pure frequentiſſime tali fabbriche per ſcolare i Retratti, e così ancora nel Padovano, a tal ſegno, che chi chiudeſſe alcune di eſſe *Botti* in queſti due Territorj, li ridurrebbe in breve tempo alla condizione di paludi, e di vaſtiſſime, ubertoſe e coltivate Campagne che ſono, diverrebbero dilatati laghi, ed infelici Valli.

La

CAP. XII.

XXXIV.

La costruzione delle *Botti* sotterranee, ricerca una somma attenzione nel fabbricarle, perchè quanto basta riescano forti per resistere al peso che gli viene soprapposto, ed anche a sforzi dell'acqua interna, che per esse sotto dell'orizonte della rimanente vi discorre, come sono quelle che curve si formano a differenza delle rette, che si fanno allor quando l'acqua, che se gli deve introdurre tiene poca differenza di livello, con quella che ha da intersecare, e tali *Botti* tanto più dovranno farsi curve, quanto maggiore sarà il corpo dell'acqua di sopra; in qualunque modo però si facciano le *Botti* rette o curve, è d' avvertirsi, che fabbriche di tal sorte devono esser ben fondate, e non in diversa maniera da quanto si è detto per i Sostegni, anzi con maggior cautela per la molta profondità, che aver devono le *Botti*, e generalmente parlando, ricerca tal fabbrica buona platea, buoni fianchi ed ale, buoni volti sopra di se, valevoli a sostenere l'acqua che sopra vi avrà a passare, ed ottimi fondamenti; e quando la *Botte* sia curva, si avrà il detto volto a formare di consistenza tale, cosicchè possa reggere anco ai *conati* che l'acqua racchiusa e discorrente in essa potesse esercitare contro di esso volto.

XXXV.

Ricerca dunque il luogo d'indagare nelle *Botti* curve i *conati* o sfiancamenti che esercita l'acqua contro de' volti, che di sopra le chiudono, onde vi si possino addattare pesi tali, che rendino sicura la fabbrica. Non si cercheranno quivi gli sforzi esercitati dall'acqua o lateralmente, o dalle parti inferiori di queste fabbriche, mentre si suppongono piantate e fiancheggiate in modo da resistere perfettamente al peso dell'acqua, restringendosi alla sola perquisizione del *conato*, che esercita l' acqua contro della parte superiore della *Botte* per risalire all' orizontale da cui discende per passare di sotto al Canale o fiume che l' interseca. Sia AKE il dorso della botte curva, di cui una porzione mostrasi per XT, e sarà AKE quella curva che forma la di lei superficie superiore sotto del fondo del canale da traversarsi, sia nota la natura di questa curva, che può essere di qualunque specie: AE sia l'orizontale, a cui l'ac-

TAV. IX. Fig. 10.

l' acqua da paſsarſi arrivi ; K I ſia la maſſima profondità del dorſo predetto , o l'aſſe della curva accennata , eſsendo K il di lei vertice . Da qualunque punto B ſi conduchino le due ordinate BC, BL parallele reſpettivamente alle due AE, KI, ed altre due infinitamente proſſime *bc*, *bl*. Condotta poi dal punto B la tangente BQ ſi produca CB in F, e ſi faccia dapertutto BF = BC; indi ad angolo retto con BQ ſi conduca BG dal punto B, e dipoi la GF parallela alla BQ, e prodotta BC verſo D ſi determini CD = GB ; ſe per tutti i punti così trovati ſi tiri la curva AD*d*P, ſi chiamerà queſta la curva de' *conati* dell'acqua con i quali nell' altezza determinata dall'orizontale AE fa forza contro del dorſo della *Botte*. Sia ancora condotta AR parallela all'aſſe IK , e prodotta BL verſo S , ſi faccia con le coordinate SR , RA la parabola conica SA col parametro eguale all'unità , che rappreſenterà la curva delle velocità , che avrebbe l' acqua , ſe dalla Botte uſciſſe per qualunque punto B , eſſendo manifeſto , che preſcindendo dalle reſiſtenze , aperto un foro B , ſalirebbe l' acqua appunto ſino all' orizontale in C , ovvero , ch' è lo ſteſſo , un grave cadendo dalla quiete C , arrivato che foſſe in B acquiſterebbe appunto tanta velocità da farlo riſalire ſino in C ; onde le velocità dell'acqua ſaranno in ogni punto B come le radici quadrate di BC o di AR. L'impeto poi o forza , con cui ſale queſt'acqua ſarà per la Statica , come il quadrato della velocità , quindi facendo queſt'impeto aſſoluto come la BF, dovrà queſta farſi eguale alla CB altezza dell'acqua , per la natura della parabola AS , e perciò BG rappreſenterà la forza reſpettiva , con cui ſpingeſi il punto B della *Botte*, intendendo riſolta cioè eſſa forza BF nelle due collaterali BG , GF , delle quali GF eſſendo parallela alla tangente , nulla ſpinge il volto della fabbrica ; La curva AD*d*, ſarà dunque la ricercata de' *conati* di tutta la *Botte* , coſicchè l'area di queſta curva ſarà eguale all'aggregato di tutte le forze, con le quali vien premuto il dorſo della medeſima , come eraſi propoſto.

CAP. XII.

CAP. XII.

XXXVI.

Per determinare la natura di codesta curva sia KI = *a*; KL = *x*; LB = *y*; AI = *b*; H*b* = *dx*; BH = *dy*; BF = *f*; BG = CD = *z*; B*b* = *ds*, e per la somiglianza de' triangoli BH*b*, BGF, essendo B*b* (*ds*). BH (*dy*) :: BF (*f*). BG = DC = $\frac{fdy}{ds}$ sarà l'equazione $z = \frac{fdy}{ds}$, e sostituendo il valore di *ds*, e riducendo sarà $dy = \frac{zdx}{\sqrt{ff - zz}}$ equazione generale della curva AD*d*, nella quale dandosi *z* per *x*, *y*, e costanti, come altresì la *f*, si avrà l'equazione nelle sole *z* ed *x*. Perchè dunque la forza è come il quadrato della velocità come nel numero antecedente sarà $f = uu$, ma $u = \sqrt{BC} = \sqrt{a - x}$ si avrà perciò $uu = a - x \times f$ ed $ff = a^2 - 2ax + xx$; onde l' equazione generale diverrà $dy = \frac{zdx}{\sqrt{a^2 - 2ax + xx - zz}}$. Parimenti perchè la curva della *Botte* è data potremmo ridurre l'espressione differenziale alle quantità finite, benchè indeterminate. Supponiamo dunque che la curva del dorso della *Botte* sia parabolica, il di cui parametro *p*, sarà $px = yy$, e $dy = \frac{pdx}{2\sqrt{px}}$, e perciò $z = \frac{a - x\sqrt{p}}{\sqrt{4x + p}}$, equazione speciale della curva AD*d* nella predetta suppoſizione. Facendo poi *z* = o sarà *u* = *x*, il che dimostra che la curva avrà il suo principio in A, e che allora KL = KI; parimenti se *x* = o sarà *z* = *a* per la massima ordinata IP, e dopo P ritornerà ad inflettersi verso E con la stessa curvatura, che ha verso di A. quando la Botte abbia dall'una, e dall'altra parte curvità uniformi.

XXXVII.

La quadratura dello spazio della curva ADPI, che vale lo sforzo totale fatto dall' acqua contro del dorso della *Botte* si averà nel modo che segue, come pure il suo doppio 2API, cioè $2\int zdy$. Essendo dunque nelle suppoſizioni del numero antece-

den-

dente $dy = \frac{p\,dx}{2\sqrt{px}}$ e $z = \frac{a-x\sqrt{p}}{\sqrt{4x+p}}$, quindi $2\int zdy = 2\int \frac{a-x\sqrt{p}}{\sqrt{4x+p}} \times \frac{p\,dx}{2\sqrt{px}} = p\times\int \frac{a\,dx - x\,dx}{\sqrt{4\,xx+px}} = p\times\int \frac{-x-\frac{1}{8}p\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}} + \frac{\frac{1}{8}p+a\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}}$.

L'integrale del primo membro è $-\frac{1}{4}\sqrt{4x+px}$, e però l'integrale completo sarà $p\times -\frac{1}{4}\sqrt{4\,xx+px} + \int \frac{\frac{1}{8}p+a\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}} + M$. Se però s'intenderà descritta l'iperbola AF, o le iperbole opposte, AF, BQ con il diametro $BA = \frac{1}{8}p = \frac{1}{8}$ del parametro della curva parabolica della *Botte* e $CA = \frac{1}{8}p$; $AE = x$, $EF = y$, ed il lato trasverso $CH = p$ eguale cioè al detto parametro sarà $EF = \sqrt{4\,xx+px}$ per la natura dell'iperbola, essendo BA. CH :: $CE^2 - CA^2$. EF^2, e facendo $AP = a$ sarà l'integrale completo $p\times\frac{1}{4}\sqrt{4\,aa+pa} - \frac{1}{4}\sqrt{4\,xx+px} + \int \frac{\frac{1}{8}p+a\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}}$, e quando $x = o$ sarà $p\times\frac{1}{4}\sqrt{4\,aa+pa} + \int \frac{\frac{1}{8}p+a\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}}$. Il membro $\int \frac{\frac{1}{8}p+a\times dx}{\sqrt{4\,xx+px}} = \frac{1}{8}\sqrt{p+a}\int \frac{dx}{\sqrt{4\,xx+px}}$: Si moltiplichi la quantità sotto la sommatoria per $\frac{p}{16}$, e si divida il coefficiente $\frac{1}{8}\sqrt{p+a}$ per questa medesima quantità, e sarà $\frac{16}{8}\sqrt{p+16a}\times\int \frac{ppdx}{16\sqrt{4\,xx+px}} = \frac{\sqrt{2p+16a}}{pp}\times\int \frac{ppdx}{16\sqrt{4\,xx+px}}$; ma l'integrale di questo membro è il Settore dell'iperbola CFA moltiplicato nella quantità $\frac{2p+16a}{pp}$, pertanto l'integrale completo diverrà $\frac{1}{4}\sqrt{4\,aa+pa} - \frac{1}{4}\sqrt{4\,xx+px} + \frac{\sqrt{2p+16a}}{p}\times$ Sect. CFA; Dipende dunque la misura dell'area proposta dalla quadratura del Settore iperbolico predetto, onde tutto il conato dell'acqua valerà l'aggregato delle quantità di sopra notate; il che ec.

TAV. IX. Fig. 11.

CAP. XII.

XXXVIII.

TAV. IX. Fig. 10. Supponendo per tanto, che AEK ſpazio compreſo fra la curvità della Botte, foſſe ripieno di acqua, la quiſtione ſarà ridotta a vedere ſe l'area AEK ſia maggiore, minore o eguale all' area de' *conati* 2AIP, preſcindendo anche dal legamento delle pietre, che formano il volto di eſſa *Botte*, della terra, e degli altri materiali, che poſſono eſſer alla medeſima ſoprapoſti; Se dunque l'area antedetta de' *conati* ſarà minore, potrebbe temerſi lo ſfiancamento della fabbrica, ma ſe eguale o maggiore dovrà reſiſtere a qualunque ſforzo, che in paſſando l' acqua poteſſe farvi, e col ſuo moto, e col ſuo peſo, ed è facile da vedere, che ſegnando le BC la ragione delle BF, e le CD quella delle GB, eſſendo ſempre queſte minori di quelle, abbia ſempre la curva de' *conati* a comprendere minor ſpazio della curva del dorſo della *Botte*, onde per poco, che venghi caricata e di terra e di altri materiali ſarà ridotta a reſiſtere perfettamente a qualunque ſforzo interno dell'acqua ed a dare adeguatamente i vantaggj per i quali viene coſtrutta. Non ſi tralaſcia di avvertire, che anco le Botti egualmente che le Chiaviche, ſi poſſono munire con ſue paratore per dare o levare ſecondo l'eſigenza il paſſaggio alle acque per ſervizio de' Retratti e delle bonificazioni, ed anco per impedire, che nel caſo delle rotte più acqua del biſogno non s' introduceſſe a paſſarvi, mentre ciò ſuccedendo faciliſſima ſarebbe la loro rovina.

XXXIX.

Non eſſendoſi calcolata la forza dell'acqua contro della Botte, che ſecondo l'andamento del di lei dorſo, e per ottenere l'intiero *conato* di tutto il corpo dell'acqua, ricercandoſi di avere il valore di que' ſfiancamenti, che paſſano bensì per il dorſo predetto, ma dietro alla curvità trasverſale del Volto di eſſa Botte, come TX, ogni punto di cui ha ſopra di ſe diverſa altezza dell'acqua premente, è ſempre maggiore di quella, che ſta ſopra di detto dorſo, conteggio ancor queſto di qualche imbarazzo, e tedio; ſe ne darà dunque il metodo di calcolare la curva de' *conati* per

TAV. IX. Fig. 10.

tutta

tutta l' eſteſa traſverſale del Volto TX, avuta la quale, e moltiplicato il riſultato per la lunghezza che porta il doppio della maſſima ordinata di eſſa curva de' *conati*, ſi averà l' intiero sfiancamento dell' acqua; e per render più univerſale la propoſizione avendoſi ne' numeri antecedenti XXXV e ſeguenti di queſto, proceduto ſempre nella ſuppoſizione, che l'acqua che entrar deve dentro la Botte non oltrepaſſi nell' altezza l'orizontale, che paſſa per la ſommità degli archi eſtremi, che formano l'ingreſſo ed uſcita alla medeſima, e potendo ſuccedere ch' eſſa Botte reſti più baſſa di detta orizontale come in X; dimodocchè la curva de' *conati* non abbia l'origine in A, così per render più univerſale la propoſizione, s' intenda la ſuperficie dell' acqua che termini all' altezza MO; AKE ſia la curva del Volto della Botte, per cui deve paſſar l' acqua che diſcende da MO; MS ſia la parabola che dinoti le velocità RS in qualunque punto B. Eſſendo FB = MR, ed MR come il quadrato di SR per la parabola: preſa CD = FG, che ſarà una normale della tangente BG tirata dal punto F, fatte DF, *df* parallele ad MV, ed infinitamente proſſime, ſarà VDPX la curva ricercata de' *conati* nella ſuppoſizione predetta, la quale volgerà o il conveſſo o il concavo alla baſe AE, ſecondo porterà la natura della curva AKE. Se OK ſarà maggiore di tutte le FC volterà il concavo, ſe minore il conveſſo.

CAP. XII.

TAV. IX. Fig. 12.

X L.

Chiamiſi $OK = c$; $KL = x$; $LB = y$; $Hb = dy$; $BH = dx$; $BF = f$; $FG = CD = z$ $Bb = ds$. Dunque $z = \frac{f dy}{ds}$, e perciò $dy = \frac{z dx}{\sqrt{ff - zz}}$ ma $f = c + x$, dunque $dy = \frac{z dx}{\sqrt{c+x^2 - zz}}$. Sia $2px = yy$, equazione della curva AKE onde $\frac{p dx}{\sqrt{2px}} = \frac{z dx}{\sqrt{c+x^2 - zz}}$ e $p\sqrt{c+x^2 - zz} = z\sqrt{2px}$, e ſoſtituendo in vece di $2px$ e di x i loro valori, farà l'equazione alla curva ricer-

CAP. XII.

cercata $pp \times c + \frac{yy}{2p}\Big|^2 - zz = zzyy$; questa curva sarà sempre algebraica tutte le volte che tale sarà quella della Botte AKE; la quadratura poscia dello spazio della curva de' *conati* sarà espressa per $z\,dy = \frac{p \times \overline{c+x}\,dx}{\sqrt{4xx+2px}}$. Ma quando si avesse la curva della Botte circolare, il raggio di cui fosse p, onde l'equazione $yy = 2px - xx$, allora la natura della curva de' *conati* resterebbe espressa da questa equazione $z = \frac{\sqrt{c+p+\sqrt{pp-yy}}\Big|^2 \times pp-yy.}{p}$

XLI.

Molto più facile della costruzione delle *Botti* sotterranee riesce quella de' Ponticanali, i quali d'ordinario si formano attraverso di qualche canale per passare dalla parte opposta un' acqua di livello più alto di quella di esso canale, e tale che tutto il corpo dell' acqua di detto Pontecanale possa restar superiore alla massima escrescenza del canale che resta di sotto, onde l' acqua di questo non mai possa non avervi libero il passaggio. Per ordinario altro che qualche picciol corpo di acqua inserviente ad irrigazione non si passa co' ponticanali, contuttociò, quando tale fosse il bisogno, s'inalveano anche talvolta delle acque navigabili; ne abbiamo l'esempio nel Pontecanale, che passa l'alveo proveniente da Monselice alla Battaglia, detto comunemente della Rivella: egli è di un' ottima struttura, largo 12 piedi, ed alto a proporzione; dà il passaggio alle barche che vanno alle Saffaje di Lispida al carico de' macigni per servigio de' Lidi di Venezia, e superiormente vi passa il canale navigabile detto di Este. Tutti gli acquedotti degli antichi sono una specie di Ponticanali; la loro struttura maravigliosa ci fa comprendere egualmente la perizia ch'essi avevano nel condurre le acque, e la grandezza del loro animo. I Ponticanali per la condotta di qualche picciol corpo di acqua, si fanno ordinariamente di legno di forma quadrata; per altro il formarli di volti di pietra sarà sempre il miglior partito; il peso che devono regge-

reggere non è più di quello del peso assoluto di un corpo di acqua di mole quanto è il vano di esso Pontecanale, poco o nulla operando il moto, con cui ess' acqua cammina; quando però si abbino a formare di pietra, e per acque di molto corpo e navigabili, il loro impianto dev' essere, come quello de' sostegni e botti, acciocchè possino contrastare con qualunque carico che l'acqua lor potesse dare. CAP. XII.

CAPI-

CAPITOLO DECIMOTERZO.

De' Scoli delle Campagne, de' Retratti, e del modo di formare le Boniſicazioni ſi per alluvione, che per ſemplice eſſiccazione.

I.

COminciando dalle cauſe generali delle inondazioni, che tengono oppreſſi i luoghi baſſi da ritraerſi, giacchè negli alti non vi è biſogno di cercar il modo di dar eſito alle acque, facendolo da se ſteſſa la natura: Si cercherà prima di ogni altra coſa, ſe a qualche miſura fiſſa poſſa ridurſi la quantità dell' acqua, che ſopra di dette baſſe ſituazioni ſi va fermando; dipoi ſarà indicato il modo di liberarſene. In tre maniere, e non in altre, può un luogo baſſo e paluſtre eſſer inondato, o dalla pioggia, o dal ſorgimento delle acque, o dal corſo di qualche canale uſcente da un vicino fiume, che poſſa diffonderſi per l'ampiezza di un vicino padule, ſuppoſto il terreno conſiſtente; che ſe queſto non è tale, ma di cuora, può reſtar ſoggetto anche ad un quarto modo d' inondazione, proveniente cioè dall' abbaſſarſi della ſuperficie ſteſſa cuoroſa: col qual abbaſſamento ſi potrà render inoperoſo lo ſcolo, e gettate tutte le ſpeſe fatteſi per render aſciutto quel tale tratto di Campagne. Le prime tre cauſe dipendono da coſe eſterne al padule, la quarta da una interna del medeſimo, ed è facile da comprendere, che ove il terreno reſta ſoggetto a queſt' ultima, a non ammettere ſe non molto difficilmente la bonificazione reale.

II.

La quantità delle piogge, che dentro lo ſpazio di un anno in un dato paeſe cade, è determinata in certe miſure; di tanto ne fanno teſtimonianza le oſſervazioni di Francia, d' Inghilterra, e d' Italia, naſcendo ſolamente la differenza dalla ſituazione de' paeſi o più diſcoſti, o più vicini a' monti, oſſervandoſi che in queſti la pioggia cade in maggior quantità, ed in minor copia ne' più lontani,

tani, come altrove abbiamo esposto. A Parigi si calcola cader fra pioggia e nevi, dentro lo spazio di un anno, once 19 di quel piede Regio. In Italia crescono queste misure, e dalle mie osservazioni praticate per molti anni in Venezia, ho raccolto, che alle 30 once arriva l'altezza dell'acqua fra pioggia e neve di un'anno. Nel Capitolo nono sono registrate quanto basta le differenze osservate in Francia, ed in Italia, onde senza maggiormente trattenersi nell'esame di questa materia, si daranno le formole generali inservienti a liberare dalle acque le Campagne inondate dalle piogge, quando però non siano queste soggette nè alle sorgive, nè alle espansioni de' fiumi, ma che abbino quella sola acqua che può provenire dalle piogge e dalle nevi. CAP. XIII.

III.

Se vi sarà un Retratto ABCE, cinto da tutti i lati con sufficienti argini, e di figura (per maggior facilità del calcolo) rettangola, se questo niun scolo avesse, nè da altre parti riceveſſe acqua, fuori di quella che proviene dalle piogge e dalle nevi, e se la forza de' raggi solari niuna porzione ne risolvesse in vapori, nè alcun'altra assorbita ne fosse dalla terra, ma tutta si rimanesse sopra il piano, che si vuole supporre orizontale, di questo Retratto, ascenderebbe tutta l'acqua raccolta dentro un dato spazio di tempo, v. g. d'un anno all' altezza CF, che un anno per altro potremmo determinarla in questo nostro Clima di Venezia di once 30 col fondamento delle osservazioni, e che generalmente nomineremo *n* fatta CD = BC per le linee esprimenti il profilo, dove le CE, HI, BA rappresentano quelle della pianta del Retratto. Sia pertanto tutta l'acqua venuta in un anno espressa per il parallelipipedo AB × BC × CF ovvero AB × CD × CF. Intendasi profondato un fosso BHIA sotto all'orizontale della superficie del Retratto, avente la profondità LM, e la larghezza LD = BH, con la lunghezza HI = AB. Supposta la figura del Retratto un parallelogrammo, è manifesto che l'altezza FC dovrà abbassarsi in CO, cosicchè la CO sia eguale alla differenza fra la FC, e la quarta proporzionale a CD, LD ed LM: essendocchè la CO è eguale alla differenza predetta, sarà, prendendo la comune altezza BC ovvero CD; CD × CO = CD × FC — CD × LM ed aggiontando dall'una e l'altra parte CD × LM sarà CD × CO + CD × LM = CD × FC, e prendendo parimenti la comune altezza AB sarà AB × CD × CO + AB × CD × LM = AB × CD × FC, adun- TAV. IX. Fig. 13.

CAP. XIII. que la quantità dell'acqua, di cui l'altezza CO ſopra del Retratto, unita all'altezza dell'acqua eſiſtente nel foſſo, è eguale alla prima quantità caduta in un anno; il che &c.

IV.

Scolio I. Sia a cagion di eſempio la profondità di tutti i foſſi da eſcavarſi per ſervizio del Retratto LM 60 once; l'altezza dell'acqua piovuta in un anno once 30; l'eſteſa del Retratto pertiche 2000, cioè once 144000 = CD, e l'aggregato della larghezza di tutti i foſſi da eſcavarſi once 1200 = LD: Perchè poi CO $= FC - \frac{LD \times LM}{CD}$ ſarà $CO = 30 - \frac{1200 \times 60}{144000} = 30 - \frac{1}{2}$, onde in queſti foſſi così profondati verrebbe a riporſi non più di una mezz'oncia di acqua; e per conſeguenza tutta la rimanente di un'anno creſcerebbe ſopra la ſuperficie del Retratto, cioè once 29 e mezzo, ſe niun eſito in tutto il detto tempo aveſſe.

Scolio II. Abbenchè paja che l'eſcavazione di tanti foſſi non ſuffraghi quaſi per niente il Retratto, non facendo abbaſſar l'acqua che di una mezz'oncia; nientedimeno ciò ſarà vero avuto riguardo al riſtagno intiero di tutto l'anno, quando però lo ſcolo ſi ottenghi a parte a parte, nè ſi attenda l'ingorgo totale, anche il riceverne i foſſi la ſola mezz'oncia, ſarà, ſe non quanto baſta, almeno un buon ſoccorſo per non pregiudicare a' ſeminati, avvegnacchè tante volte pioverà poco più di quanto importa l'altezza della mezz'oncia predetta.

Scolio III. Ma abbenchè in 2000 pertiche di eſteſa ſembri non poca eſcavazione la ſomma de' foſſi predetti; nientedimeno ſi potrà anche accreſcere di molto, e ridurre la capacità di eſſi tale, che vaglia a contenere o tutta o la maggior parte dell'acqua della pioggia, che cader poſſa dentro di un certo tempo, anche ſenza il ſoccorſo dello ſcolo, lo che ne' numeri ſeguenti ſi anderà più individualmente eſaminando.

V.

Perchè le Campagne di un Retratto poſſino dirſi ridotte all'uſo dell'aratro, abbiſognano di ſtar ſorte e più alte dell'acque ordinarie de' foſſi, piedi due per lo meno, ſuppoſto che lo ſcolo poſſa ſmaltire le acque delle piogge dopo un conveniente creſcimento della loro ſuperficie; pertanto è da ritrovarſi la profondità di queſta

ſta eſcavazione, perchè ſi renda capace di contenere una data quantità di acqua, che con la pioggia cadeſſe ſopra le Campagne, e ſempre con il rifleſſo, che vi reſti di franco due piedi di riva in eſſi foſſi, ricevuta che l'abbino, intendendo ſempre delle piogge ordinarie, non già de' piovali ſtravaganti, per i quali niuna regola può ſtabilirſi. Rappreſenti pertanto il Retratto ben arginato, come ſi è detto di ſopra, ABCE; l'acqua di un piovale aſcenda all'altezza FC, ſe alcun foſſo ABHI non vi foſſe, la larghezza di tutti i foſſi del Retratto ſia LD; dimodocchè queſta ſia tale, che paſſando l'acqua FCDG in PQMN, vi reſti LP altezza della riva dalla ſuperficie dell'acqua (di già ſmaltita quella ſopravenuta per la pioggia) al piano della Campagna di due piedi. Si faccia come la differenza fra l'altezza di tutta la riva LM, ed LP ch'è ſuppoſta di 24 once alla FC altezza dell'acqua ſopra del Retratto, eguale però all'altezza dell'acqua venuta in un piovale; così BC alla ricercata PQ ovvero LD ovvero BH. Eſſendocchè LM—LP = LM—24. FC :: BC. PQ ſarà LM × PQ—24 × PQ = FC × BC; ma LM—MP = 24, dunque LM—24 = MP, e però MP × PQ = FC × BC = FC × CD = MP × MN, e preſa la comune altezza AB, ſarà FC × AB × CD = MP × AB × MN, dunque tutta l'acqua del piovale che coprirebbe CD in altezza di FC potrà eſſer raccolta ne' foſſi MN nell'altezza MP, e ſarà laſciata LP riva franca nell'altezza di due piedi.

CAP. XIII. TAV. IX. Fig. 13.

VI.

Corollario. Dunque la ſuperficie del Retratto eſſendo BC × AB quella de' foſſi MN × AB; ſarà BC × AB. MN × AB :: BC. MN :: LM—24. FC, cioè le larghezze del Retratto e de' foſſi ſaranno reciprocamente come le altezze delle acque contenute, quando eſſe ſiano paſſate ne' detti foſſi, laſciando due piedi di franco nelle loro rive.

VII.

Scolio I. Onde ſe BC = CD = 144000 once; LP = 24; FC = 1 LM = 60 ſarà LD = $\frac{144000 \times 1}{60-24}$ = 4000. Sicchè LD = piedi $333\frac{1}{3}$ per l'aggregato della larghezza de' foſſi, i quali ſe foſſero larghi 5 piedi l'uno, ſarebbe il numero di eſſi $66\frac{1}{3}$ o diciamo 66;

CAP. XIII. dividendo dunque tutta la Presa in *66* fossi, profondi 5 piedi ciascheduno, e di altrettanta larghezza, e lunghi quanto la AB del Retratto, cadendo in pioggia l'acqua per l'altezza di un' oncia sopra tutta la superficie di esso Retratto, abbenchè niun scolo vi fosse, nientedimeno tutta la detta quantità sarà ricevuta ne' fossi, restandovi pur anco di riva i due ricercati piedi senz'acqua, o come si chiamano, di franco.

Scolio II. Ma se il piovale fosse di due once, cioè il doppio, allora, perchè vi restassero i due piedi di franco nella riva de' fossi, converrebbe formarne doppio numero, come dal calcolo può facilmente raccogliersi.

VIII.

Per piano della Campagna o del Retratto intendesi l'orizontale, che passa per la superficie di esso ne' siti più eminenti, e riducibili veramente ad uso di aratro, essendo che quelli che rimangono inferiori alla posizione di tal linea, si lasciano a prato, ed i fossi che per questi passano non hanno bisogno di avere i due piedi di riva franca dall'acqua, come quelli ad uso di aratro, ma basterà che n'abbino anche meno di un piede, e que' siti che si lascieranno ad uso di semplice pascolo, basterà che siano fuori dell'acqua de' fossi di qualche oncia, ridotta che sia come sopra. Quando però abbiasi a calcolare la capacità de' fossi per lo scolo del Retratto si dovrà diligentemente formare i suoi profili e per lunghezza, e per larghezza, onde si possano separare le terre destinate all'aratro, da quelle che si lascieranno per le praterie, e dalle altre de' pascoli, e da quelle ancora, che attesa la loro bassa situazione, fossero da lasciarsi affondate in sembianza di piccioli laghetti o paludi, onde calcolando l'estesa de' campi arativi, e ridotta questa alla quadratura, non sarà difficile didurne da quanto si è detto, il numero e misura de' fossi occorrenti, perchè quelli che saranno destinati ad esser coltivati, restino sempre in asciutto ed alti quanto si ricerca, così saranno notati quelli che si lascieranno a' prati, pascoli, e Valli, cioè quella superficie che resterà sotto l'orizontale della Campagna alta un piede, servirà a' prati, quella, che vi rimarrà anche meno di piedi due a pascolo, e finalmente quella che vi fosse oltre delli due piedi, dovrà destinarsi a Valle, o paludo o Lago, secondo la di lei bassezza; Tali bassure dovranno calcolarsi con la capacità de' fossi, e sarà

tutto

tutto ciò, che rimarrà ſotto dell' orizontale dell' alta Campagna, oltre delli piedi due. CAP. XIII.

IX.

Sia uno de' profili del Retratto, di cui ſi parla GHIKLM; che dall'una all'altra parte lo ſeghi; Sia AF una orizontale, da cui al piano della Campagna di eſſo Retratto GHIKLM s'intendano condotte varie perpendicolari AG, BH, CI, DK, EL, FM, delle quali la maſſima ſia la DK; la minima AG = BH = FM, la media CI = EL. Si conſideri queſto piano, come ſe tutto foſſe alto come GH ovvero OM, e ſi facciano i calcoli come ne' numeri precedenti V. VI. e VII. di queſto Capitolo, acciocchè reſtino ſcoperti i terreni per due piedi negli ordinarj piovali; ponendo però a conto di eſcavazione tutto lo ſpazio HKLMOH, la di cui altezza ragguagliata ſia PK, onde formarſi un ſolido da aggiungerſi all'altro MP × AB × MN del numero quinto, coſicchè riſulti ſecondo quella figura FC × AB × CD = MP × AB × MN + M, quando s' intenda queſto M eguale allo ſpazio predetto, ſi avrà l' altezza del foſſo ricercata, computato però da Q in giù verſo di K, onde l'altezza aſſoluta o per meglio dire la profondità da farſi ſotto di K nel terreno ſarà il reſiduo detratto QK, di quanto ſarà per indicare il calcolo. Il che fatto baſterà oſſervare ſe la NI = OL rimanga più baſſa di un piede della GH, ovvero OM, e lo ſpazio HI, LM ſervirà alle praterie, dove la GH, OM potrà eſſer poſta all' uſo dell' aratro; lo ſpazio fra IK, LK che reſterà di ſotto dell' orizonte della Campagna arativa per quaſi due piedi potrà ſervire per paſcolo, e quella parte verſo di K, che rimarrà di ſotto della detta ſuperficie arativa oltre dei detti due piedi ſarà paludo, valle o Lago a miſura, che ſarà più o meno diſcoſta da GH.... TAV. IX. Fig. 14. Fig. 13.

X.

Ma come che ne' Retratti non tutti i foſſi devono eſſer fatti in un ſol luogo, ma in varie parti, perchè eſſi poſſino da per tutto ricever le acque e traſmetterle nello ſcolo principale; così ogni qualvolta il piano delle Campagne ſia ineguale, come il ſuppoſto GHIKLM allora fatto il calcolo per l'ampiezza de' foſſi, la profondità loro dovrà bensì tenerſi dal più al meno nel me-

de-

CAP. XIII. desimo orizonte, ma l'altezza della escavazione sarà ben differente, mentre i cinque piedi v. gr. della massima profondità, dovrano escavarsi nella sola alta Campagna arativa GH, OM, dove i fossi in H, I, K, L non saranno da profondarsi sotto il piano respettivo della Campagna al sito de' prementovati punti, che piedi 4, 3, 2, ed anche meno a misura che ci indicherà la bassura di essa Campagna, al che dovrassi ben attendere nel calcolo della spesa, mentre abbenchè i fossi debbano andar sotto del livello della più alta Campagna piedi 5 indifferentemente, ve ne sarà tal uno però, che non dovrà esser profondato che piedi due ec.

X I.

Ne' Retratti devonsi distinguere il fosso o condotto generale dello scolo, da fossi trasversali, i quali sono come i rami, dove quel condotto n'è il tronco, il sito di formarlo è sempre nella parte più bassa del Retratto, e lo deve intersecare tutto, per raccogliere da tutte le parti le acque delle Campagne; i rami trasversali devono esser formati in ogni lato, ma con qualche regola però, cosicchè vengasi a dividere tutto il Retratto in varie aree quadrate, o quadrilunghe, terminate da stradoni con i suoi fossi laterali, che tutti devono metter capo nello scolo principale. Quanto al sondo da darsi a questo, sarà secondo all'esigenza della Campagna, ordinariamente si profonda 5 piedi sotto alla superficie de' terreni per i quali passa, se siano niente alti, meno se bassi; ma i rami influenti si possono tenere un piede meno profondi. La larghezza del condotto principale non può determinarsi, se non avuto rapporto alla vastità del Retratto, dovendo esser maggiore, ove maggiore è la superficie, e può arrivare fino alla larghezza delli 20 ed anco 24 piedi, ma mai minore di sei in otto; i fossi laterali basteranno di larghezza di 5 in 6 piedi, avertendo che tutti i detti fossi abbiano una libera e facile comunicazione con lo scolo generale.

X I I.

I Scoli delle Campagne o orizontali, o quasi orizontali, come sono quelli de' Retratti fatti per alluvione non si possono da se stessi conservare, ma ricercano dopo qualche anno di essere escavati a mano, mentre nè il corpo di acqua, ch' essi portano, e mol-

molto meno la propria velocità, può tenerli espurgati dagli abbonimenti: non il proprio corpo di acqua, essendocchè questo è temporaneo, e non grande, e sovente ristagnato, se il recipiente, come spesse volte accade, non riceve esso scolo, onde e manca facilmente, e seco portando del torbidume delle Campagne, ha tutta la facilità di deporle nel fondo del condotto: non la velocità che non può mai esser tanta da isgombrare dal lezzo essi condotti, se il declivio non può già esser tale da dargli gran forza, potendo essi smaltire le proprie acque, anche quando siano tenuti affatto orizontali. Un altro disordine sopraviene a' scoli ed è il germoglio delle erbe palustri, e sovente anco delle cannelle, se i fondi hanno qualche poco del salmastro, cose tutte che servono a dare una grande remora al corso dell'acqua di esso scolo, come si anderà esaminando ne' numeri seguenti. CAP. XIII.

XIII.

In un vaso (il di cui lato LD, con l'acqua fino in A, alla qual altezza venghi sempre conservata,) s' intenda aperto un foro BCFE nel lato verticale, alto quanto l'acqua interna, si cerca l'apertura quadrata di un altro foro, il cui lato DG nel fondo, per il quale esca nel medesimo tempo la stessa quantità di acqua, che per il verticale; problema che abbenchè si ricavi da quanto si è detto ne' numeri XIV, e XV. del Capitolo secondo, nientedimeno a maggior chiarezza quì se ne vuole replicare la soluzione. Si faccia il rettangolo $NM \times AD =$ all'area parabolica HDA, ch'è la curva delle velocità dell'acqua ch' esce per l'altezza AD, stando l'acqua alta fino in AI, onde si avrà $NM = \frac{2}{3}\sqrt{AD}$, come è noto, e per tanto secondo l'ipotesi essendo $\frac{2}{3}\,EF \times AD\sqrt{AD} = DG^2\sqrt{AD}$, cioè $\frac{2}{3}\,EF \times AD = DG^2$ sarà $DG = \sqrt{\frac{2}{3}\,EF \times AD}$, e tale dovrà esser il lato del quadrato DG che si cerca, e si potrà in vece di considerare la quantità dell' acqua uscita per il lume verticale, prender quella, che gli è eguale, che uscirà per l'orizontale. TAV. X. Fig. 1.

Nel

CAP. XIII.

XIV.

TAV. X. Fig. 2. Nel Vaso ABDC rettangolo di figura, largo come NP; alto come CD = AB, e che sia aperto per tutta la detta altezza, con larghezza di ML; sia prima ripieno anche fino in AC, se così si vuole supporre; dipoi vadi scemando, dimodochè la superficie che era in AC, dopo un qualche dato tempo discenda in FE, e in un minimo di questo tempo faccia lo spazietto $Ff = Ee$. Sia la curva KHB quella delle velocità della superficie dell'acqua a misura che arriva a' punti F, *f* ec., onde le HF, *bf* esprimino esse celerità, ed AGI sia la curva de' tempi respettivi, la di cui natura sia da ritrovarsi. Si dica $BF = x$, $AB = a$, $AF = a - x$, $GF = t$, $FH = u$, $LM = c$, $AC = b$; $NP = m$. Perchè dunque Ff spazietto viene percorso nel minimo tempo dt dalla superficie dell'acqua discendente con moto equabile, sarà $Ff = u\,dt$, e perchè $Ef = -dx$, dunque $-dx = u\,dt$, ed $u = \frac{-dx}{dt}$ e secondo il numero precedente equivalendo la quantità uscita per il foro orizontale a $\frac{2}{3}$ del verticale, ed essendo la superficie alla superficie, così la velocità alla velocità, sarà l'analogia $-\frac{dx}{dt} \cdot u :: \frac{2}{3} cx \cdot bm$, e l'equazione $dt = \frac{3bm}{2c} x - x^{-\frac{1}{2}} dx$, che integrata da $\frac{3bm}{c} x \frac{\sqrt{a} - \sqrt{x}}{\sqrt{ax}} = t$. per la natura della curva de'tempi della discesa dell'acqua.

XV.

Coroll. Resta manifesto, che facendo $x = a$, la curva de' tempi avrà a cominciare in A, e facendo $x = o$, che allora la BI sarà infinita, divenendo un asintoto di essa curva, ch'è una specie d'iperbola quadratica, onde ne deriva il paradosso, di ricercarsi un tempo infinito per scaricarsi tutto il fluido del Vaso ABDC, contuttociò questo infinito non compete veramente, che all'altezza infinitesima del fluido sopra il punto B, nel qual caso essendo pur la velocità infinitesima, ricerca un tempo infinito per consumarsi: Per altro allorchè il fluido sopra del punto B viene ad ottenere un'altezza benchè minima, finita però e de-

ter-

terminata, in tal ſtato l'ordinata del tempo è ſempre finita, e l' area corriſpondente pur finita. CAP. XIII.

XVI.

Per ridurre all'uſo la propoſizione, è neceſſario uno ſperimento, che conſiſte nell'oſſervare in un dato vaſo, che abbia aperto un foro, come ſopra, quanto per un dato tempo ſi abbaſſi la ſuperficie dell'acqua; Per un tal abbaſſamento, dunque x divenghi n, ed il dato tempo ſia T, la formola di ſopra ſi cangerà in $T = \frac{3bm}{c} \times \frac{\sqrt{a} - \sqrt{n}}{\sqrt{an}}$, e l' analogia ſarà $T. t :: \frac{3bm}{c} \times \frac{\sqrt{a} - \sqrt{n}}{\sqrt{an}} . \frac{3bm}{c} \times \frac{\sqrt{a} - \sqrt{x}}{\sqrt{ax}}$, onde l' equazione $t = \frac{T \times \sqrt{a} - \sqrt{x} \times \sqrt{n}}{\sqrt{a} - \sqrt{n} \times \sqrt{x}}$, date però T, n, x ſi avrà il tempo conſumato, perchè l'acqua ſi riduca al ricercato punto, cioè il tempo in cui ſi evacuerà o tutto o in parte il vaſo propoſto, e perchè eſſo Vaſo altro non rappreſenta ſe non l'aggregato di tutti i foſſi di un Retratto, che contenghino l'acqua ſino ad una certa altezza, ed il foro di eſſo vaſo dinotando l'apertura della Chiavica, pertanto, quando ſi abbia con la neceſſaria eſattezza oſſervato quanto l'acqua ſi vadi abbaſſando dopo una piena di detti foſſi, dentro un certo ſpazio di tempo, ſi avrà per la ſoprapoſta formola il tempo, che s'impiegherà, perchè o tutti o in parte ſi vuotino, dal che ſi potrà poi dedurre ſe l' apertura e luce della Chiavica ſia ſufficiente per ſmaltire dentro un certo limitato tempo le acque de' foſſi medeſimi, perchè le Campagne non patiſchino, ſuppoſto ſempre che altre acque non entrino in detti foſſi, che le ſole delle piogge, e non già le ſorgive, o altre eſterne e foreſtiere.

XVII.

Scolio. I. Fluendo dunque liberamente la Chiavica dopo una maſſima piena de' foſſi, ſiaſi oſſervato che dentro lo ſpazio di un giorno naturale reſti abbaſſata l'acqua once 15, onde dicendo $T = 24$, ſarà $n = 49$ once, quando ſi faccia $a = 64$ once, equivalente all'altezza di detta maſſima piena de' foſſi del Retratto, e ſi voglia ſapere in quanto tempo l'acqua ſia per arri-

CAP. XIII. vare alla sola altezza di 4 once, che si può prendere per l'intiera evacuazione de' fossi, onde $x = 4$, si cerca t che in tali supposizioni sarà $t = \frac{1001}{2} = 504$ ore, vale a dire s' impiegheranno giorni 21. in punto. Tanto succederebbe se alcuna resistenza non vi fosse, che detraesse del movimento dell'acqua, ma essendovi e di un grado insigne, ciò fa, che si debba accrescere almeno di un terzo il tempo dello smaltimento dell'acqua, onde a tal conto si ricercherebbero 29 giorni naturali, perchè ne' fossi non vi restasse, che quattr' once di acqua.

XVIII.

Scolio. II. Ma perchè può essere, che il tempo di un mese, che incirca si richiede per l'intiero scolo di quel dato Retratto, sia troppo, cosicchè sopravenendo delle nuove piogge restino, almeno i luoghi più bassi, affogati, però si dovrà supplire all' esigenza col dilatare la Chiavica, e la dilatazione dovrà rispondere reciprocamente ai tempi, restando invariata, e la massa dell' acqua da scolarsi, e l'altezza della medesima, onde in grazia di esempio, facendo noi una Chiavica, che sia doppia di larghezza di un' altra, scolerà questa nella metà del tempo della prima, e così per ogn'altra larghezza; ed è da notarsi, che se le Chiaviche avessero sempre ne' fiumi o paludi, ne' quali pongon capo, libero esito, niente vi sarebbe di più facile, che l' addattare secondo il bisogno l'apertura di questi emissarj, ma restando soggetta l'uscita dell'acqua per essi a molte alterazioni, perciò è uopo aversi riguardo a tutte quelle circostanze, che saranno per variare il moto regolato delle Cateratte. Noi porremo il modo del calcolo anche per quelle Chiaviche, che non scolano che in certi tempi ed ore del giorno, come sono quelle che entrando o in una Laguna salsa, o in un seno di mare, oppure in un fiume rigurgitato da esso nelle ore della crescente e del flusso, loro venghi proibito lo scolo, e facilitato nelle ore del riflusso.

XIX.

TAV. X. Fig. 3. Sia AG la Cateratta o paratora di una chiavica; HA l'orizzonte dell'acqua dello scolo, accollata a detta paratora, chiusa che sia; AI il livello dell' acqua di un fiume o Laguna, che risenta il rigurgito della marea, cosicchè ogni 12. ore ne' tempi de' novilunj e plenilunj arrivi il flusso in A, e nelle sei

ore

ore del rifluſſo eſca l'acqua dalla chiavica, e ſi abbaſſi ſino in G, dovendoſi intendere, che quando comincia a ſcemar eſſo fiume o Laguna ſotto di A, poſſa la paratora liberamente aprirſi, e ſcolar l'acqua, che ſta ſopra all'orizontale della ſuperficie del fiume recipiente; ed abbenchè per le oſſervazioni tanto nel fluſſo, che nel rifluſſo, ſuccedono le alterazioni degli creſcimenti o decreſcimenti inegualmente in tempi eguali, eſsendoſi oſservato che fuori della prima ora, la ſeconda, terza, ed anco quarta, ſcaricano più della quinta e ſeſta, nientedimeno per ridurre la coſa a qualche metodo, che ſia facile e regolare, ſi è ſuppoſto che dall'alta alla baſsa marea, cioè per tutta la AG, ch'è d'ordinario due piedi e mezzo in queſto noſtro mare, ſi abbaſſi l'acqua per ogni ora uno ſpazio eguale. Inoltre perchè tanto nella prima ora, che in ogni altra cade l'acqua da A in B o da B in C a poco a poco, cioè lo ſcemamento dell'acqua ſi va facendo inſenſibilmente, però ſi prenderà per la prima ora di ciaſcun intervallo, ſolamente la metà del volume dell'acqua, che potrebbe uſcire come ſe l'abbaſsamento ſuccedeſse in un iſtante, ed il moto foſse ſempre lo ſteſso ed equabile. Suppongaſi pertanto che nella prima ora del rifluſſo eſca l'acqua per la ſezione AB, di larghezza data, quanto cioè è quella della Cateratta, e con la velocità riſpondente all'altezza AB, e perchè, come ſi è detto, ſucceſſivamente ſcema da A in B in tutto il tempo dell'ora predetta, ſe la mole che dovrebbe uſcire ſuppoſto che foſse ſempre ſtata conſervata queſta altezza, verrà detta a, ſarà quella, che realmente eſce $= \frac{1}{2} a$, ma dopo la prima ora per queſta ſteſsa ſezione eſce per tutto il tempo delle altre 5 ore dell'intiero rifluſſo ſempre una mole intiera a per ciaſcheduna ora, farà però la quantità uſcita per tutta la ſezione AB in ſei

ore - - - - - - -	$= 5a + \frac{1}{2} a$
per BC nel tempo reſiduo - - - -	$= 4b + \frac{1}{2} b$
per CD nel tempo reſiduo - - - -	$= 3c + \frac{1}{2} c$
per DE nel tempo reſiduo - - - -	$= 2d + \frac{1}{2} d$
per EF nel tempo reſiduo - - - -	$= e + \frac{1}{2} e$
e per FG nel tempo reſiduo - - - -	$= 0 + \frac{1}{2} f$
in tutto	$\frac{11}{2} a + \frac{9}{2} b + \frac{7}{2} c + \frac{5}{2} d + \frac{3}{2} e + \frac{1}{2} f$

dicendo b, c, d, e, f le moli ſcaricate per le altre inferiori ſezioni, o per dir meglio, per gli accreſcimenti di ora in ora de'ſpazj AB, BC, CD ec.

CAP. XIII.

X X.

Esprima n il numero delle ore del rifluſso, che ſono d'ordinario ſei, rare volte più o meno, fuorchè ne' tempi burraſcoſi, ſarà la formola del numero precedente trasformata nella ſeguente molto più generale

$$\overline{n-1+\tfrac{1}{2}}\times a+\overline{n-2+\tfrac{1}{2}}\times b+\overline{n-3+\tfrac{1}{2}}\times c+\overline{n-4+\tfrac{1}{2}}\times d+\overline{n-5+\tfrac{1}{2}}\times e+\overline{n-6+\tfrac{1}{2}}\times f.$$

ovvero

$$\frac{\overline{2n-1}\times a+\overline{2n-3}\times b+\overline{2n-5}\times c+\overline{2n-7}\times d+\overline{2n-9}\times e+\overline{2n-11}\times f.}{2}$$

Sia dipoi AB = BC, ec: = m, cioè i ſcemamenti eguali fatti in ciaſcheduna ora, ſarà AC = 2 m ; AD = 3 m ; AE = 4 m ; AF = 5 n ; AG = 6 n, onde per le leggi idroſtatiche facendo p eguale alla larghezza della Cateratta, ſarà reſpettivamente $a = p\,m\sqrt{m}$, $b = p\,m\sqrt{2\,m}$, $c = p\,m\sqrt{3\,m}$, $d = p\,m\sqrt{4m}$, $e = p\,m\sqrt{5\,m}$, $f = p\,m\sqrt{6\,m}$, e l'equazione.

$$\frac{pm}{2}\times\overline{2n-1}\times\sqrt{m}+\overline{2n-3}\times\sqrt{2m}+\overline{2n-5}\times\sqrt{3m}+\overline{2n-7}\times\sqrt{4m}+\overline{2n-9}\times\sqrt{5m}+\overline{2n-11}\times\sqrt{6m}$$

$= n\,p\,x\sqrt{x}$ nominando x quell'altezza, che dovrebbe aver l'acqua del Retratto, ſe poteſſe ſcolare liberamente ſenza alcuna variazione del pelo del recipiente, cioè x equivalerà all'altezza media di eſs'acqua; dicendo dunque, per abbreviare, tutta la quantità moltiplicata da $\frac{pm}{2}$; q ſi avrà l'equazione $x = \sqrt[3]{\frac{m\,m\,q\,q}{4nn}}$.

X X I.

Che ſe non in tutte le ſei ore ma ſolamente in alcune di eſſe potrà ſcemar l'acqua, baſterà dall'equazione levare tanti termini alla deſtra del valore di q, quante ſono le ore, che mancheranno alle ſei dell'intiero rifluſso, e quando fluiſſe ſempre lo ſcolo, come che l'altezza del fiume recipiente non arriverebbe mai all'orizontale AI, converrà allora accreſcere all'equazione quella mole di acqua perenne, che uſciſse ſecondo alle ordinarie leggi fuori de' rigurgiti, laſciando ſotto a queſta la mole uſcita ſotto dell'orizontale del predetto recipiente. Ogni giorno poi ſcemando l'altezza dello ſcolo, quando nuove piogge non l'accreſcano, converrà variare la m a miſura dell' alterazione che anderà ſeguendo, ripartendo tutta l'altezza reſidua in altrettanti ſpazj eguali, e dando loro le competenti miſure delle once.

Sco-

XXII.

Scolio. Sia $m=5$, $n=6$, cioè tutta la AG sia once 30, ch'è l'ordinaria altezza della marea in queste nostre spiagge nel tempo de' novilunj e plenilunj ; Sia da trovarsi in tali suppoſizioni il valore di x, ch'è l'altezza *media* di una Chiavica libera, che scolasse quella quantità di acqua, che appunto potesse scolare questa ritardata ; sarà dunque, fatte le dovute sostituzioni, $x=\sqrt{\frac{25\times 15376}{4\times 36}}=14$ once proſſimamente ; di modo che la medesima chiavica scaricherà in sei ore tant'acqua, quanto una libera che avesse internamente nel condotto un' altezza di acqua di circa once 14 per tutto il detto tempo delle sei ore ; e perchè nello spazio di questo tempo poco sarà lo scemamento dell' acqua del Retratto, pertanto si potrà col metodo de' numeri XVI e XVII di questo Capitolo, conteggiare in quanto tempo restarebbe evacuata o tutta o la massima parte dell'acqua che si trovasse dentro il circondario della bonificazione ; il qual tempo com'è manifesto, sarà sempre lo stesso con quello che verrebbe impiegato nella suppoſizione che l'acqua fosse trattenuta per l'azione variante della marea, onde è stato ridotto il Problema a ritrovare un' equivalente chiavica libera, ad una rigurgitata dal flusso del Mare, avuta la quale, resta dipoi noto il tempo che si ricercasse onde quel dato Retratto intieramente, o secondo una data parte rimanesse vuoto dalle acque che lo pregiudicassero.

XXIII.

Perchè dunque il tempo dello scolo viene dagli antedetti e da altri accidenti limitato, così in que' Retratti ovvero bonificazioni che saranno con i sbocchi de' loro scoli tanto vicini al mare, da risentirne il di lui rigurgito, in queste si dovrà moltiplicare il numero delle Chiaviche, perchè nel più breve tempo possibile, si possano liberare dalla inondazione, giacchè scolando per una sola Chiavica poche sarebbero le ore dello scarico, onde conviene supplirsi col moltiplicare i fori, per raccogliere dal numero di questi e parzialmente quel sollevo che una sola Chiavica, che fosse libera e non rigurgitata, darebbe. E perchè la marea arriva e di notte e di giorno, e nell'estate principalmente più di notte che di giorno, e sarebbe assai difficile,

che

CAP. XIII. che chi veniſſe deſtinato all' incombenza di aprire e ſerrare le paratore, ſteſſe ſempre pronto al ſuo ufizio; pertanto ſarà ſempre miglior conſiglio il formare le portine, come le chiamano, a vento, cioè due portine ne' ſuoi pollici, che ſi chiudano in angolo verſo il fiume, o il mare, o la laguna, acciocchè quando reſta l'acqua di fuori del Retratto più baſſa di quella di dentro, ſi poſſino aprire; e chiudere allorchè ſi faccia più alta.

XXIV.

Definizione. Per bonificazione, Retratto o acquiſto s'intende un ſito baſſo e ſoggetto all'acqua, ridotto in modo tale, che più non reſti eſpoſto alle inondazioni di eſſa, ma poſſa coltivarſi ad aratro, prato, o paſcolo: In due maniere però e non in altre un tal fine ſi ottiene, ovvero dando ſcolo alle acque riſtagnate, oppure talmente ſollevando i baſſi fondi, che le acque o più non vi riſtagnino, o ſe vi ſi fermino, lo facciano ſolo per qualche breve tempo. Oltre di ciò non può dirſi vera bonificazione quella, che abbenchè reſtaſſe ſenza inondazioni, foſſe però l'acqua poco ſotto la ſuperficie de' terreni, ovvero che queſti foſſero di natura cuoroſa ed inſuſſiſtente, o quando le aſciuttate Campagne non foſſero atte alla fecondità neceſſaria; così in grazia di eſempio, ſe un Retratto, liberato che foſſe dall'acque, germogliaſſe dell'erbe ſalmaſtre, converrà penſare a toglierlo da una tale dannoſa infezione, altrimenti riuſcirebbe inutile affatto quanto ſi foſſe effettuato; in ſomma quella ſarà una vera e reale bonificazione, che ſarà ridotta, per quanto contribuir può l'arte, a ricevere una perfetta coltura, e rendere un frutto corriſpondente a' fatti dispendj. Si anderà a parte a parte ne' ſeguenti numeri eſaminando quanto concerne il modo di formarle.

XXV.

Due, ſecondo a quanto c'inſegnano i più accreditati Autori, ſono le maniere di formar le bonificazioni, per eſſicazione, o per alluvione; importa la prima il modo di liberar le Campagne dalle inondazioni che ſoffrono, non già perchè ſiano aſſolutamente baſſe riſpetto all'orizonte del mare, ſe da queſto non molto ſi trovino diſtanti, ma per l'impedimento che allo ſcolo può eſſer frapoſto, e che ſerve a trattenere le acque ſopra la ſuperficie di que' terreni, coſicchè rimoſſo che ſia queſto, rimarrebbero eſſe aſciut-

te,

te, e capaci di coltura; ma l'altro modo di bonificare per alluvione consiste nell'inalzamento positivo delle Campagne, quando sono sì basse, rispetto all'orizonte del mare, che in modo alcuno non si potessero render asciutte col mezzo de' semplici scoli, ed allora niun altro ripiego vi è, se non di rialzarle col mezzo delle alluvioni, cioè con nuova terra portata o da' fiumi vicini, se corrono torbidi, quando si possino far fluire in tal tempo attraverso di codeste basse Campagne, ovvero con la terra o portatavi da lontano, ovvero cavata dalla stessa Campagna, col ridurla cioè in frequenti fossi, dimodochè la terra dell'escavamento possa servire per rialzare, ed i fossi che si andassero formando, di ricettacolo all'acque e delle piogge e delle sorgive, se ve ne fossero. Come che i due primi modi di efficcazione e di alluvione col mezzo de' fiumi sono i ripieghi più reali per formar le bonificazioni, quello del condurvi la terra non può servire, che per piccolo spazio, egli è il più imperfetto, e per poco che si dilati con simili operazioni, riescono queste sì dispendiose, che in conto alcuno non giova l'intraprenderle, potendo servire al più per ricolmare qualche sito vicino alla Casa dominicale o ad altro luogo che fosse di una precisa premura. Bensì formata che sia la bonificazione in uno delli due modi antedetti, se pur anco non è di quell'altezza che si desidererebbe, e non si possano ridur le acque più basse, ciò non ostante, quando la Campagna si cominci a coltivare, abbonendosi i fossi, cadendo le foglie dagli alberi, marcendo le stoppie ed erbe che incessantemente vanno germogliando, accade che con queste, e col ricavamento de' fossi predetti, la superficie della Campagna vadi insensibilmente crescendo, in maniera che in non molti anni resti sollevata non poco da quella che prima trovavasi, quando però il terreno sia sodo e non cuoroso, nel qual incontro accaderebbe tutto all' opposto, che dopo efficcata si abbasserebbe, come si anderà a suo luogo esaminando.

CAP. XIII.

XXVI.

Sia da efficcarsi la Campagna ABC, su di cui vi stia l'acqua per ordinario all'altezza BI, e ciò a causa dell'altezza del terreno HDC, che impedisce ch'essa acqua non possa fluire nel Lago, Laguna, Mare, o Fiume EDLG, la di cui superficie FG resti in qualche tempo più bassa di AC; altrimenti se restasse sempre o della medesima altezza, o anche di maggiore, sarebbe impossibile

TAV. X. Fig. 4.

il

CAP. XIII. il penſare alla detta eſſiccazione, quando in altro ſito più baſſo oltre della FG non ſi poteſſe ſcolare. Prima dunque di ogni altra coſa ſarà da livellare come ſtia il punto A ovvero C della ſuperficie ſtagnante dell' acqua della Campagna da eſſiccarſi, riſpetto al punto F, della ſuperficie dello ſtagno, Lago, fiume, o mare, ridotta allo ſtato ordinario, e fuori dell'eſcreſcenze; dipoi prendere due piedi in circa il punto K più baſſo del detto punto F, ovvero L ſuppoſta LFG nella medeſima orizontale, e da queſto punto K ſino al maggior fondo B della Campagna da eſſiccarſi, ed anche qualche piede di più, cioè ſino in M, quando pur anco il punto K reſti più baſſo di M, condurre la retta KM che ſarà la cadente dello ſcolo generale di eſſa Campagna; queſto dovrà farſi largo a miſura della vaſtità del Retratto, che di fare s'intende, avvertendo, che ſebbene il punto M non foſſe che di poche once più alto del punto K, ciò non oſtante l' acqua ACB potrà ſcolare in FG, non ricercando i ſcoli delle Campagne che una inſenſibile caduta per eſſer liberate dalle acque, le quali per l'ordinario o ſono chiare, o pochiſſimo torbide: mà perche l'acqua del recipiente FG può ſupporſi creſcere ſino in DE, onde il punto D riuſcirà più alto del punto A, però converrà munire lo sbocco di queſto ſcolo di Chiavica con ſua paratora da ſtar chiuſa in tal tempo, e ſolo aperta quando il punto F rimanghi più baſſo del punto A, il che ſi conoſcerà, perchè fatto il condotto, l'acqua AIC verrà ad appoggiarſi in DLK, che però anche col ſolo occhio ſi rileverà ſe il corſo dell'acqua ſia diretto da A in F, ovvero al contrario, il che quando foſſe farà ſubito da chiuderſi, e per aprirla baſterà oſſervare dal trapelamento che eſs' acqua fa per la paratora per quanto buona ſia e ben coſtrutta la di lei tendenza, oppure col prendere con ogni miſura la differenza dell'acqua eſterna ed interna, moſtrando la maggiore miſura la minore altezza, quando ambedue ſiano riportate ad un ſolo ſegno ſtabile, e ſecondo all' eſigenza alzare, o laſciar abbaſſata eſſa paratora. Che ſe frequenti ſono tali alterazioni del recipiente, come ſuccede in vicinanza del Mare, nelle Lagune con eſſo comunicanti, e ne' fiumi da eſſo mare rigurgitati, allora ſenza impegnarſi a chiudere ed aprire la paratora, converrà nella ſteſſa introdurre un congruo portello, che battendo co' ſuoi limbelli contro il condotto ſi chiuda ed apra da ſe ſteſſo; ſono queſte le porte a *vento*, delle quali tante ne abbiamo nella vicinanza del Mare nello Stato Veneto.

Che

CAP. XIII.

XXVII.

Che se l' acqua della Campagna da asciugarsi come ABIN, TAV. foſſe comunicante col fiume, Lago o palude più profonda KLR, X. coſicchè, per poco che queſta creſceſſe, il pelo KL comunicaſſe Fig. 5. con AI, e formaſſe una ſola orizontale ABKL; e quando la detta palude, Lago o fiume foſſe baſſo, non oltrepaſſaſſe FG, e la AI, per l'impedimento IKF, reſtaſſe nella ſua altezza BN; allora per formare il Retratto per eſſiccazione, ſarà prima di ogni altra coſa da divider la Campagna retraibile, dal fiume, Lago o palude ec. col mezzo dell'argine IHK, che in ogni parte la ſepari, perchè le acque KL non poſſino mai meſchiarſi con quelle eſiſtenti ſulla Campagna AI, avvertendo di tener tant'alto queſt'argine, che vaglia a proibire la detta miſcella in ogni ſtato dell' acqua recipiente KL: Ciò fatto, converrà ben oſſervare ed informarſi ſin dove arrivi la ſomma magrezza del recipiente predetto KL, e dove lo ſtato di lui medio MG, e quando queſto punto M reſti due piedi in circa più baſſo del punto N, maggior baſſezza della Campagna, il Retratto potrà effettuarſi, e renderſi tutto in aſciutto: Che ſe eſſo punto M reſtaſſe di livello, o anche ſuperiore al punto N, non ſarà riducibile ad uſo di aratro la parte più baſſa; bensì, ſuppoſto buono il terreno, quello ſpazio ſolo, che reſta per lo meno i detti due piedi ſuperiore d'orizonte del predetto punto M. E perchè ſi ſuppone che facilmente, ed anco due volte il giorno (ſe queſto recipiente ſia aſſai vicino di comunicazione col mare) poſſa creſcer il pelo MG in KL, però ſarà da munirſi lo sbocco del condotto, la di cui cadente ſarà CDE con la ſua Chiavica e paratora a vento, con avvertenza che poche ore reſtando il condotto in libertà di ſcolare, converrà moltiplicare i fori, e le Chiaviche, perchè più prontamente ciò fare ſi poſſa, ſecondo a quanto ſi è detto a' numeri XVIII e XIX di queſto Capitolo; altrimenti ſarebbe fruſtranea l'eſſiccazione che veniſſe tentata. E' in oltre da ſupporſi che alcuna ſorgente non vi ſia nel circondario del Retratto, altrimenti ſenza che queſta foſſe levata, inutile ſarebbe ogni provedimento che veniſſe fatto.

CAP. XIII.

XXVIII.

Quando poi fra la Campagna da ſcolare, ed il termine dello ſcolo, vi ſia di mezzo un fiume, la di cui ſuperficie anche ordinaria reſti più alta della predetta Campagna, in tal incontro converrà col mezzo di una Botte ſotterranea paſſar ſotto del fondo del fiume intermedio, ed uſcirne di là dallo ſteſſo, portando con un condotto l'acqua in ſito più baſſo di quello della bonificazione. Sia la Campagna da ſcolare HK, che abbia l'acqua ſino in EG, ed abbia nella parte ove i ſcoli foſſero da inviarſi, il fiume AFB, con la di lui acqua ordinaria CD, che mai non ſi riduca più baſſa di EG, bensì più oltre di queſto fiume in *qr* reſti un paludo o altro fiume più baſſo di HK, e QR ſia il pelo alto di queſto recipiente, che pur reſti inferiore di altezza alla ſuperficie EG; ſi formerà una Botte retta IVN, ovvero KMP curva a norma di quanto è ſtato detto ne' numeri XXXIV, XXXV &c. del Capitolo XII, cioè del primo genere, ſe fra il fondo F ed V vi reſti ſpazio ſufficiente per la fabbrica, nè vi ſia pericolo che il fondo reſti corroſo; e del ſecondo ſe lo ſpazio VF non foſſe quanto baſta alto, o ſi temeſſe un maggior profondamento del fondo F. L'uſcita PN può eſſere o di livello con l'entrata KI, o anche più baſſa ſecondo l'eſigenza, e le circoſtanze, col riflettere che ſe QR reſti ſoggetto ad alterazioni e creſcimenti ſtraordinarj, allora converrà munire l'uſcita PN con le paratore, da tenerſi chiuſe tutte le volte che lo ſcolo in vece di ſcaricare le acque delle Campagne retratte, le doveſſe ricevere.

TAV. X. Fig. 6.

XXIX.

Prima di paſsare alla ſpiegazione del modo di far le bonificazioni per alluvione, è di meſtieri d'indicare certo fenomeno che arriva all'acque correnti, a cui quando bene non vi ſi attende, fa naſcere degli equivoci anche nelle conſeguenze tirate dalle propoſizioni più evidenti della ſcienza dell'acque: E' queſto la varia reſiſtenza che ſoffre l'acqua in movendoſi o per il medeſimo canale nelle varie di lui e difformi ſezioni, oppure per lo ſteſso canale bensì, ma con la frapoſizione di qualche impedimento; perlocchè, abbenchè ſembri che produr ſi doveſſe lo ſteſso effetto in riguardo all'acceleramento del corſo, contuttociò accade talvolta,

volta, che ſegua appunto tutto l'oppoſto, e che in vece di accelerarſi, egli ſi ritardi, ſino anche ad eſtinguerſi affatto. Per la ſpiegazione di quanto ſi avanzerà, ſia il canale FEDC che abbia una larga ſezione FC, ed una più riſtretta DE, quando ſi preſcinda dalle reſiſtenze delle ſponde, farà ſempre vero che le velocità in FC e DE ſaranno in ragione reciproca di eſſe ſezioni, quando il canale ſia nello ſtato di permanenza; che ſe in qualche modo ſi voglia tener conto del ritardo che dar poſſono le dette ſponde, quando la ſezione FC ſi conſideraſſe ſempre di una eguale larghezza, tal ritardo ſarebbe coſtante da F in E, ma riducendoſi più anguſta in DE, tal ritardo in paragone di quello che avrebbe ſe le ſponde foſſero parallele, creſcerebbe in ragione del ſeno dell' inclinazione del canale al ſeno tutto, cioè preſa FE, come il raggio, nella proporzione di AE ad FE; onde ſe la ſezione DE non è molto differente in larghezza della FC, tal differenza ſarà di poca rilevanza, ma può creſcere all' infinito, a miſura che le ſezioni ſi ſupponeſſero ſempre minori e minori. CAP. XIII. TAV. X. Fig. 7.

XXX.

Qualunque impedimento che venghi poſto in un fiume può eſſer conſiderato, come ſe eſſo fiume in quel tal luogo veniſſe a reſtringerſi, ed abbenchè nella ragione contraria della ſezione libera ed impedita doveſſe conſervarſi il medeſimo ſcarico dell'acqua, accreſcendoſi proporzionalmente il corſo, nientedimeno la coſa non paſſa così, ſe l'impedimento tiene una ſenſibile proporzione con la larghezza dell' alveo, mentre, ſecondo a quanto è ſtato eſpoſto nel numero antecedente, creſcendo in tale circoſtanza di molto la reſiſtenza per l'urto che fa l'acqua in eſſo impedimento, ſi ammorza una parte delle velocità, ed il fiume dovrà creſcere di altezza, e quando le rive non ſiano ſufficientemente alte, annegherà anco le vicine Campagne; ſe eſſo impedimento è un ſolido ſolo e continuo, facile ſarà il rilevare quanto il fiume ſia per perdere della propria velocità, ſe tutta quella parte ſi contenterà l' acqua ſi faccia eguale ad FA, ovvero ad FA, BC, ſarà la perdita cercata in ragione del ſeno tutto al ſeno dell'angolo d'inclinazione AE, ovvero alla ſua doppia AE + BD = 2AE. TAV. X. Fig. 7.

CAP. XIII.

XXXI.

In certi canali di acqua corrente, bensì, ma chiara e craſſa, naſcono erbe paluſtri in molta copia, e ſe niente di ſalſo a queſta ſi uniſce, germogliano le cannelle, dalle quali riceve l'acqua un grande ritardamento nel di lei moto. Lo ſteſſo, abbenchè non sì gagliardamente, fanno anco l'erbe, coſicchè tali acque impedite, annegano ſovente i dintorni de' loro recipienti, ſenza potervi trovare rimedio che vaglia. Naſce ciò, perchè tanto l'erbe, che le cannelle coſtituiſcono un vero impedimento all'acqua, ma il loro reſiſtere è anche differente e maggiore di quanto porta l'eſtenſione di eſſo impedimento, conſiderato come un ſolido, mentre diſpoſte tali piante confuſamente in *ef*, *ef* nel canale ABCD, che ſi muove da G in H, ſono gli urti ed i rimandi, che incontra un filamento dell'acqua, tali e tanti, non ſolamente per la moltiplicità delle ſuperficie che urta, ma altresì per i piccioli vortici che dapertutto ſi eccitano, che il moto progreſſivo ſi va di molto ritardando, obbligata ch'è l'acqua a paſſare per una ſottile trafila, ed a reſtarſene perciò come inceppata. Nella diverſione che dalla Sereniſſima Repubblica di Venezia fu fatta della Piave, fatta paſſare in un vaſto Lago, eſſendoſi queſto imboſchito di cannelle, ella, abbenchè diſcorrente per molti canali profondi di eſſo Lago, reſtava trattenuta fuori di ogni credere, prima che arrivar poteſſe a sboccare nel Briano, per i Tagli fatti nella Livenza divertita a tal oggetto, e con ciò reſtava eſſa Piave rialzata in modo, che gli argini circondarj di detto Lago andavano ſoggetti a perpetue dannoſiſſime rotte.

TAV. X. Fig. 8.

XXXII.

Sia da trovarſi la progreſſione del ritardamento che incontra l'acqua nel paſſar attraverſo di un dato e replicato impedimento, come ſarebbe in grazia di eſempio molte [illegible] cannuccie diſpoſte in file da riva a riva del canale; il che è ſtato pur dimoſtrato dal celebre Padre Abate Grandi nel Libro ſecondo alla propoſizione trenteſima quinta, diducendone, che i ſcemamenti delle velocità dell'acqua, venghino rappreſentati per le ordinate di una Logaritmica. Eſprima

prima KL la mole dell' acqua, che in momento di tempo urta nell'impedimento, ed MK la reſiſtenza che vi fanno le cannuccie, o altre erbe paluſtri : Sia SHGTABE un fiume, che corra da A in E, e trovi in ogni ſuo punto B una data reſiſtenza, che reſti eſpreſſa, come ſi è detto per MK. AI dinoti la velocità dell'acqua al punto A e ſia cognita, e BC eſprimerà quella del punto B minore di AI. Si chiami KL = q; MK = p, ſarà ML = $q+p$, la velocità dell'acqua AI = u, AB = x; Bb = dx; DC = $-du$, mentre creſcendo le ordinate calano le abſciſſe; Aſſume l' Autore predetto che i ſcemamenti della velocità dell'acqua ſi facciano nella ſteſſa forma, come l'urto di un corpo duro in un altro collocato in una quiete amovibile comunicandogli il moto, che ſarà minore di quello che teneva il primo nella ragione del corpo ſolo che ha ſpinto, alla ſomma di tutti e due, e ciò ſecondo al comune principio ricevuto da Statici. A tal conto dunque ſarà $q+p . q :: u . \frac{qu}{q+p}$ = BC, e con tal analogia ſi troveranno quante ordinate ſi vorranno per averſi la curva delle velocità ritardate dalle dette reſiſtenze. Perchè poi ſecondo a medeſimi principj ſi ha la formola $fdx = -udu$, ſe creſcendo AB, ſcemano le BC, denominando f la forza dell'acqua nell' atto dell'urtare una ſerie di cannucce, ed f eſſendo pur eguale a $\frac{q \times qqu^2}{q+p|^2}$, cioè come la quantità dell'acqua moltiplicata nel quadrato della ſua reſpettiva velocità, adunque ſoſtituendo il valore di f nell' antedetta formola, ſi avrà l' equazione $\frac{q^3}{q+p|^2} \times dx = \frac{-du}{u}$, e ridotta all'analogia $dx . -du ::$ $\frac{q^3}{q+p|^2} . u$, ch' è l' equazione di una logaritmica, la di cui coſtante ſottangente BE, ſi trova facendo $ML^2 . KL^2 ::$ $KL . \frac{KL^3}{ML^2}$ = BE.

CAP. XIII. TAV. X. Fig. 9.

XXXIII.

Un' altra ſoluzione di detto Problema ſi potrebbe dare indipendente dalla ſuppoſizione dell'urto de' corpi, come ſi è fatto ſulle tracce del P. A. Grandi, che pur anco dà la Logaritmica

per

CAP. XIII. per la ſcala delle dette velocità ritardate. Eſſendo che dunque la forza con cui fra eſſe cannucce può progredire l'acqua, non deriva che dalla differenza, ch'è fra la forza libera, e la reſiſtenza delle medeſime cannucce, ſe diremo *m* la mole dell'acqua, che deve incontrar l' oſtacolo, ed *n* la ſuperficie di queſto, che deve ſoſtenerla, ſarà *muu — nuu* il valore della forza reſidua, onde poſte le denominazioni come nel numero antecedente, ſarà $muudx - nuudx = -udu$, ovvero $\overline{m-n} \times dx = \frac{-du}{u}$, equazione alla Logaritmica, la di cui ſottangente ſarà $m-n$ nel caſo preſente, il che non varia eſſenzialmente dalla predetta ſoluzione.

XXXIV.

Coroll. I. I due Corollarj che ne ricava il P. A. Grandi ſono i ſeguenti; il primo che tali velocità a lungo andare ſi fanno minori di qualunque data, eſſendo che la Logaritmica riſpetto al ſuo aſſe, ſi va ſempre più al medeſimo accoſtando, il che fa, che ſe molto lungo è lo ſpazio ove eſiſtono i virgulti e le cannucce, il moto affatto o quaſi affatto reſti eſtinto. Il ſecondo Corollario ſi è che da tal ſcemamento di celerità debba l'acqua ridurſi molto ſoſtenuta, ſe vuole compenſare la tardità del movimento, que' canali però che da tali impedimenti ſono ingombrati, ſuperano le rive con le loro acque, e le ſpandono per le campagne.

XXXV.

Coroll. II. Se dunque per i detti impedimenti perde l'acqua il moto, ſe queſta ſarà torbida deporrà fra i medeſimi la materia che porta, e riuſcirà chiara a poca diſtanza da dove il ritardamento del moto comincia; coſicchè ſe in grazia di eſempio un fiume reſo torbido ſormontaſſe le proprie rive, e con l'acqua eſtravaſata ſi dilataſſe per le vicine baſſe Campagne, ſe queſte foſſero da cannelle ingombrate, comecchè l' acqua dilatata, anche più tardamente ſi muove, aggiongendoli eſſe Cannelle e virgulti maggiore reſiſtenza, non anderà l'acqua gran fatto oltre la riva, che rimarrà del tutto della torbida ſpogliata: Ho io oſſervato, che in tali circoſtanze appena arriva la torbida a 50 pertiche oltre della riva; quindi noi vediamo le depoſizioni ſtabilirſi ad una tal diſtanza incirca con dolciſſima ſcarpa, a guiſa dello

ſpal-

ſpalto della foſſa di una Fortezza, e l'acqua dopo un tal ſpazio non forma, che inſenſibili depoſizioni, ed eſce quaſi chiara affatto. CAP. XIII.

XXXVI.

Quando dunque ſi voglia intraprendere una bonificazione per alluvione, coll'inalzare cioè i fondi delle Campagne, converrà prima ben attendere alla natura de' terreni, ed alla qualità della torbida portata dal fiume. Vi ſono delle Campagne, le quali benchè baſſe, ed anco ſoggette alle inondazioni del Mare, contuttociò non laſciano germogliare le Cannelle o altre erbe ſalmaſtre, come per il contrario ve ne ſono, che ne producono abbondantemente; oſſervai aſſieme anco col chiariſſimo fu Sig. Manfredi l'anno 1731, che ſulla deſtra del Lamone fiume della Romagna, che ha portato con la protrazione della propria linea immenſe torbide, ſopra le quali il mar gonfiato dal Sirocco pur anco vi può andar ſopra, che ciò non oſtante per quanto poteva veder l'occhio niun germoglio di Canna vedevaſi, anzi fu oſſervato il piano della Campagna elevato tutto egualmente, e ſenſibilmente eſteſo ſopra di una ſola orizontale, avendo potuto le espanſioni del detto fiume portar anco alle parti più lontane dalle proprie rive le torbide, che copioſe ſono tirate da' monti, per quali eſſo Lamone, ed influenti paſſano. Per l'oppoſto nel Pò, e nella Livenza, per tacere di molti altri fiumi, ho potuto oſſervare che eſſe torbide a pochiſſima diſtanza ſono portate, ma appreſſo e l'uno e l'altro di queſti fiumi germogliano di molto le Cannelle, a cauſa, ſi crede, della varia qualità de' terreni, e delle Campagne, per non dire delle ſteſſe acque più o meno atte ad aſſumere ciò, che contribuiſce al germoglio predetto; quando dunque la Campagna aggiacente al fiume che ci può ſomminiſtrar la torbida, ſia ſenza impedimenti ſi potrà penſare a bonificarla per alluvione, ma ſe ſarà ripiena di Canna o di altro conſimile naturale impedimento, difficile molto ſarà l'ottenere l'intento, e ricercherà lunghiſſimo tempo, molto diſpendio, e grande attenzione prima che poſſa ridurſi a coltura.

gnano il modo di far tali bonificazioni mediante il ridur l'acqua dentro del Retratto ſtagnante col cingerlo d' arginatura, ed introdurvi delle Chiaviche, che l'acqua torbida ricevino, e chiarificata che ſia, la laſcino uſcire, contuttociò in pratica non mi è ſortito di vederne buoni effetti, mentre e conviene aſſoggettarſi a groſſe ſpeſe nell'arginare, e ſe il Retratto racchiude qualche conſiderabile ſpazio, la torbida non ſi depone dapertutto, ma inegualmente, coſicchè ſi giudica miglior conſiglio il tagliare a dirittura le rive, e laſciar che l'acqua diſperſa abboniſca, ove il proprio corſo la guida: Egli è ben vero, che non guari lontano dalle rive oſſervaſi per ordinario ſeguir le depoſizioni, le quali ſe non vengono però con l'arte condotte alle parti più lontane, mai ſi ottiene il fine che ſi deſidera. CAP. XIII.

XXXIX.

Per ricever dunque l'accreſcimento di altezza in ſuperficie ne' Rettratti, non baſta formar l'arginatura, che li circondi, e munirla di Chiaviche, come non baſta il dar de' ſemplici tagli nelle rive, abbenchè talvolta più giovi del primo, queſto ſecondo ripiego, ma è neceſſario che con foſſi di una conveniente profondità ſia condotta l'acqua torbida verſo i ſiti più baſſi della Preſa, e che queſti foſſi, che d'ordinario ad ogni piena s'interriſcono, ſiano altrettante volte ricavati, gettando la terra, o ſopra delle ſponde, o portandola ne' luoghi più baſſi, ed in tal modo ſianvi o non ſianvi i virgulti e le canne, ſi verrà ad ottenere il deſiderato inalzamento della ſuperficie del terreno, e potrà queſto col tempo acquiſtare una ſufficiente pendenza, per il proprio ſcolo. Sarà per altro d' avvertire, che molto più facile ſarà il ricolmare tali fondi, ne' quali non germogliaſſero le cannelle, che ove queſte vi foſſero; contutto ciò ovvero che deſſe periranno ſepolte fra il lezzo, ovvero che ſeguìta la ricolmata, ſi potrà poi penſare di propoſito ad eſtirparle; bensì il Padrone de' fondi da bonificarſi non avrà ad aver fretta alcuna per ricavarne il frutto, concioſiache con tali mezzi commettendoſi quaſi tutto l' affare alla natura, è noto che queſta quanto opera ſicuramente nel produrre i ſuoi effetti, altrettanto va tarda nella perfezione de' proprj lavorieri.

CAP. XIII.

XL.

Una terza maniera di bonificare i terreni paludosi vi è, cioè di formar in essi lunghi, e frequenti fossi paralleli, perchè la terra, che esce da questi, ammontonata sopra le rive, venghi a rialzarle in forma di poterle seminare, e servano i fossi per lo ricetto delle acque piovane, ma è facile da vedere, che ciò non è praticabile, se non in piccolo tratto, mentre per altro la spesa salirebbe oltre i limiti del conveniente, nè certamente tornerebbe il conto a' Padroni di acquistare il Retratto a sì caro prezzo, e con il pericolo di ridurlo, atteso il ristagno delle acque, con una pessima aria. Tali acquisti al più son praticabili ne' vignali di codeste Lagune di Venezia, e di Chioggia per l' impianto e coltivazione degli erbaggi inservienti all' uso della grande popolazione della Dominante, e de' luoghi suburbani; per altro gli alberi difficilmente vi crescono, e per la qualità del Terreno, e per il Salmastro, che d'ordinario vi domina. Se poi il terreno da retraersi è cuoroso ed instabile sarebbe affatto gettata la spesa, mentre la terra, che uscisse da' fossi predetti non avendo nè nervo, nè consistenza, condotta che fosse sopra le rive, si marcirebbe, ed in breve tempo a poco più del niente si ridurrebbe.

XLI.

Sia il Retratto fatto per esiccazione o per alluvione, conviene sempre aversi molto riguardo alla qualità del terreno e del fondo, essendo che se questo prima stava inzuppato di acqua, o era con le cuore, esiccato che sia, o coll'inalzarlo di superficie con le deposizioni, o col ridurlo a scolare quanto basta, calerà egli sensibilmente, onde per non andar errati, converrà aversi riguardo ad un tal abbassamento, che sarà per fare il nuovo acquisto, perchè non resti questo, dopo perfezionati i lavorieri, senza il necessario scolo. Così nello stabilire gli argini circondarj, o trasversali si dovrà aver mira alla qualità della terra, mentre oltrecchè anche la migliore resta soggetta dopo l'esiccazione ad abbassarsi, se è di cattiva qualità l'argine calerà eccessivamente, e fino a ridursi in niente, se sia di pura cuora: nè altro più reale rimedio vi è che nel piantarlo unire la buona alla cattiva terra, e caricar con queste sempre più l'argine, mentre il peso farà addensare il di lui corpo, e di rara tessitura che potesse essere, lo ren-

renderà denſo, e conſiſtente in modo da non più abbaſſarſi, e da eſcludere dal Retratto le acque foreſtiere.

XLII.

Rimane ad indicare il modo, ſcolati ed aſciutti che ſiano i Retratti, di ridurli a coltura, il che ſi ottiene col dividerli con argini, ſtrade e foſſi, il che chiamaſi propriamente in queſti noſtri paeſi, *impreſar il Retratto*: Regola dunque generale deve eſſere prima di ogni altra coſa di far sì, che dalla cima al fondo per le ſituazioni più baſſe cammini lo *ſcolo generale*, il di cui condotto abbia una larghezza, che ſia proporzionata alla grandezza del Retratto, che gli deve ſomminiſtrar l'acqua. Per due milla Campi di un Retratto ho io dato una larghezza di 20. piedi Veneti al foſſo dello ſcolo, ed una profondità di cinque piedi: in ſecondo luogo conviene impedire che le acque tutte non ſi accollino immediatemente alla parte baſſa del Retratto, il che ſeguir non potrebbe ſe non con l' inondazione di molto tratto di eſſo, allora principalmente che la Chiavica non poteſſe reſtar aperta, e quando lo ſcolo aveſſe la ſervitù e ſoggezione di dover ricevere oltre le proprie, ancora delle acque foreſtiere. Converrà dunque ſe lo ſcolo non ſia arginato a buona altezza, interſecare eſso Retratto con uno o più argini traſverſali, e munire di Chiaviche ſecondarie lo ſcolo al ſito, ove eſſi argini traverſali tagliaſsero il condotto, facendo però che la ſuperior Chiavica del Traverſagno non poſsa reſtar aperta, ſe prima non ha ſcolato la prima, e ciò per quel tempo, che ſarà giudicato neceſsario, dopo il quale reſterà aperta eſſa Chiavica ſuperiore, ed altre ancora ſe ve ne ſaranno, altrimenti facendo, l' acqua verrebbe libera ad appoggiarſi tutta alla Chiavica maeſtra, ne potendo uſcire così prontamente, paſserebbe a riſtagnare largamente ſopra le vicine Campagne, con danno e ſommo pregiudizio di tutto il coltivato, il che non s' incontrerà ſcolando ordinatamente di Chiavica in Chiavica.

CAP. XIII.

XLIII.

Liberato il Retratto dalle acque, conviene poi impreſarlo con le ſtrade, foſſi ed interni viali, e rami de' foſſi di comunicazione. Sia per tanto il fiume FCBN, ed il Retratto BDAF, la di cui parte più alta e lontana dal fiume ſia verſo A, s' intenda tirato lo ſcolo YGB, che paſſi dalla parte più elevata Y alla più baſſa B, ed abbia il fondo condotto ſopra una cadente ſola, quale cioè la richiede la poſizione delli due punti eſtremi Y & B; Sia OT l'indice della Tramontana, coſicchè O riguardi l'Oſtro, e T il Settentrione; diviſa la larghezza del Retratto EF in tre parti di 240. pertiche incirca per una, ſi ſegnino i punti F, R, G, H, e s'intendino condotte le oN, QL, AM, che dinoteranno tre ſtradoni, i quali ſi potranno tenere di una larghezza di 20. piedi, ed anche 24, per tirarvi poi ad eſſi lateralmente i loro foſſi. Dipoi preſo un punto K diſtante dal punto L altre 240 pertiche, o quel di più che foſſe ſtato preſo HG, ſi divida anco il rimanente dello ſtradone LQ ne' punti G; P, ed altri che vi capiſſero, ſalva l'antedetta diviſione, e ſiano ridotte le rette DC, EF, oS ad angoli retti con i primi Stradoni, ed a'lati di queſti Stradoni traſverſali ſi profonderanno come in quelli i ſuoi foſſi, e con la terra che ne uſcirà ſi alzeranno eſſi ſtradoni reſpettivamente, ed il Retratto ſarà impreſato e diviſo in tanti quadrati, ciaſcheduno de' quali conterrà un' area quadrata di pertiche quadrate 57600.

TAV. X. Fig. 10.

XLIV.

Perchè nella piantaggione degli alberi e viti conſiſte forſi la coſa più eſſenziale de' Retratti, pertanto ſarà da preſcrivere la maniera più utile per praticarla. Regola generale ſi è di dar a' ſeminati la maggior e più forte illuminazione del Sole, che ſia poſſibile; onde ne emerge quella legge ſempre oſſervata nell'Agricoltura, di ſtendere gli alberi in modo ſicchè un tal neceſſario requiſito con l'ombra de' loro rami togliere non poſſino, quindi le piantaggioni degli alberi ſi fanno in linea retta da Tramontana al mezzogiorno, perchè ricever poſſa il terreno il caldo del Sole allorchè rieſce il raggio di queſto maggiormente vicino alla ſua perpendicolare, nel che veramente conſiſte

CAP. XIII.

siste la maggior di lui forza, e l'impianto predetto fa sì, che gettandosi sempre in questo nostro Clima l'ombra verso di Tramontana, ogniqualvolta verso del Mezzogiorno non vi sia ostacolo, avranno tutto il campo i raggi del Sole di stendere la propria forza a profitto della coltivazione, ed in tal maniera sarà soddisfatto alle due massime tanto necessarie per la fecondità de' terreni, di aver il Sole il maggior tempo possibile della giornata; e di averlo, quando si trova nel massimo suo vigore, e vicino alla di lui culminazione. Se il Retratto non tiene paludi, e sia, rispetto al fiume recipiente, lo scolo in qualche conveniente altezza, i soli fossi, che le strade accompagnano, de' quali si è detto nel numero antecedente, saranno sufficienti; ma se mancasse delle predette condizioni, converrà da Tramontana a mezzogiorno escavarne ancora degli altri a tal direzione paralleli, come *ad*, *be*, *ef*, *qs*, i quali comunichino con gli antedetti, e fra questi farvi i suoi *trami* o piccole strade inservienti per la comunicazione, e per agevolare lo scolo delle acque, ed in oltre altri saranno da formarsi da Levante a Ponente al medesimo oggetto, *ik*, *gb*, che serviranno ancora per troncar la soverchia lunghezza del solco per l'aratro. Dietro dunque alle strade e *trami* distesi da Tramontana in Ostro si pianteranno gli alberi e le viti, e mai in quelli da Levante a Ponente, a riserva, quando si voglia, di piantarne dietro alle strade principali, onde interrompersi ancor quivi la soverchia loro lunghezza, e per renderle atte al passeggio in riguardo del Sole. E perchè nell'intersecazione delle strade come in G, Z, se i fossi devono comunicare, resteranno desse tagliate; pertanto saranno da formarsi o de' ponticelli di pietra, se la spesa lo comporta, ovvero comunicar essi fossi con de' botticini di legno sotterrati sotto il piano de' stradoni; E finalmente, se il fiume recipiente può crescere in modo da entrare nel Retratto, sarà da munire lo scolo con la Chiavica B, e quando la vastità della bonificazione fosse assai considerabile, o dovesse ricevere acque superiori e forastiere, converrà nello scolo maestro YB piantare delle altre Chiaviche di mezzo, e ben arginare il condotto, per smaltire le acque a' suoi tempi, come si è esposto al numero XLII.

TAV. X. Fig. 19.

XLV.

Ma non potendo mai la superficie de' Retratti restarsi tutta collocata sotto una sola orizontale, ma per ordinario, fatta che sia

la

CAP. XIII. la bonificazione, rimanendo pure de' piani più baſſi, e che facilmente reſtano inondati dalle piogge; pertanto *impreſato* che ſia il Retratto, converrà diſtinguere e ſeparare tali piani, riducendo cioè a coltura di ſemina il piano più alto, a prato il mediocremente elevato dall'acqua, ed a paſcolo quello che reſta poco ſopra del livello di eſſa: Nulla ſi dice nè delle fabbriche dominicali, nè delle Coloniche, nè tampoco delle altre per uſo di Stalle, fenili ec. tutto ciò appartenendo alla civile Architettura, non ad un Trattato di acque.

CAPITOLO DECIMOQUARTO.

Della forza dell' acqua per rapporto agli Edificj, e del modo di ridurli con il maggiore possibile vantaggio nel loro movimento.

I.

ABbenchè dal numero I. dell' Appendice del Capitolo secondo, e da' primi pure del Capitolo primo ricavare si possa quanto in questi numeri preliminari alla Teoria delle macchine siamo per esporre, nientedimeno a maggior lume e chiarezza si è voluto quì di nuovo ritoccare que' primi principj della Statica, e dedurne analiticamente la loro sorgente. Sia dunque da cercarsi il tempo impiegato dall'acqua, considerata come un grave che discende da A in C, e da A in B, vale a dire, che passando dal medesimo punto A, arrivi in una data quantità alla stessa orizontale CB. Costa dalle mecchaniche, che se il moto sarà equabile in scorrendo un piano, lo spazio percorso dal mobile è in ragion composta della velocità, e del tempo; se pertanto chiameremo s il detto spazio, u la velocità, e t il tempo, sarà per un infinitesimo della discesa AB perpendicolare, l'equazione $ds = udt$; istessamente perchè la forza sollecitante (che quivi altro non è che il peso dell' acqua) moltiplicata nel tempo è come la velocità; sarà ancora $fdt = du$ (dicendo f detta forza); quindi $\frac{ds}{u} = dt = \frac{du}{f}$, e però $udu = fds$, ed integrando $uu = 2fs$; e perchè la gravità è una forza costante, sarà $u = \sqrt{2s}$, onde sostituendo questo valore di u nella formola $ds = udt$, sarà $ds = dt\sqrt{2s}$ ovvero $dt = \frac{ds}{\sqrt{2s}}$, ed integrando $t = \sqrt{2s}$, onde si raccoglie che i tempi, non che le velocità, siano nella dimezzata del doppio spazio percorso, ed è manifesto, che verificandosi tal legge ne' moti accelerati, si darà ancora quella per gli equabili, bastando per questi prendere il doppio dello spazio corso.

TAV. X. Fig. 11.

Quando

CAP. XIV.

II.

Quando poi l'acqua si mova nel piano inclinato AC, la di cui altezza sia il perpendicolo AB: allora la forza della gravità non già tutta si eserciterà nel farla discendere, ma solamente una parte di essa, data però e costante. S'inalzi da qualunque punto D la DE parallela ad AB, ed eguale alla gravità assoluta dell'acqua, o sia al di lei peso; dal punto E si conduchi EF, che faccia angolo retto con la AC, sarà, com'è noto, dalle meccaniche DF la forza residua e sollecitante la massa dell'acqua alla discesa per questo piano, consumandosi l'altra rappresentata per FE nel premere AC, non già nell'accrescergli il moto progressivo, facendo questa le veci di forza morta, dove l'altra le fa di viva. Sia da trovarsi in qual ragione stiano i tempi di queste discese; si chiami però m il piano AC, T il tempo che può consumarsi in percorrerlo; e perchè tanto negl'infinitesimi de' piani inclinati hanno luogo, quanto negl'infinitesimi delle perpendicolari, le leggi delle accelerazioni, e di ogni altro fenomeno del moto, pertanto sarà come nel numero antecedente $ds = udt$, e $dm = udT$ (avendo non altro di comune, che le velocità; mentre è già dimostrato che tanto ne' piani inclinati, quanto nella perpendicolare, le velocità ne' punti analoghi dell'orizonte B e C sono eguali) sarà dunque

$$dt . dT :: \frac{ds}{u} . \frac{dm}{u} :: ds . dm$$ ovvero $t . T :: s . m :: AB . AC$,

cioè a dire, che i tempi saranno direttamente come le lunghezze del piano AC e della perpendicolare AB, come anche fu dimostrato dal Galileo.

III.

Per aversi il rapporto delle forze rispetto ai tempi, si dica F la forza nel piano inclinato = DF, ed il resto come sopra. E perchè, per il numero primo di questo, $fdt = du$, sarà ancora $FdT = du$, onde $fdt = FdT$ allorchè si faccia il paragone delle forze dell'acqua in B e C, e pertanto $f . F :: dT . dt$ ovvero $f . F :: T . t :: m . s$, per il numero precedente; quindi le forze saranno reciprocamente come i tempi, o come gli spazj percorsi nel piano inclinato, e nella perpendicolare.

Sia

CAP. XIV.

IV.

Sia da ritrovare nel piano inclinato AC il punto R, a cui arrivi l'acqua nel medeſimo tempo, che partendo dallo ſteſſo punto A gionga in B nella perpendicolare. Poſte le ſteſſe coſe come ſopra, ſi dica AR = y, e condotta la RG parallela a AC, ſia AG = x. Eſſendo che per la ſuppoſizione la quantità del moto deve parèggiarſi in B ed R, cioè dell'acqua che diſcende nella perpendicolare e nel piano inclinato, e tal moto eſſendo come il reſpettivo peſo nella reſpettiva velocità, ſarà nel piano inclinato $F\sqrt{AG}$, e nella perpendicolare $f\sqrt{AB}$, e l'equazione $F\sqrt{AG} = f\sqrt{s}$, ma F, per li numeri II e III di queſto, è eguale ad $\frac{fs}{y}$ (eſſendo quivi y ciò che ivi era m) ſi ridurrà però la detta equazione ad eſſere $sx = yy$ onde AB. AR :: AR. AG, che dinota che il punto R ſarà ſempre in un circolo il di cui diametro AB, onde ne emerge il Teorema aſſai noto a Geometri, che tutte le corde di un circolo verticale ſiano corſe da un grave nello ſteſſo tempo, che il medeſimo deſcriveſſe il diametro.

V.

Scolio. Forniſce la Trigonometria il modo di conoſcer facilmente eſſa AR, data la AB, e l'angolo d'inclinazione RAB nel triangolo ABR; Sia il ſeno tutto R, AB = s; il co-ſeno dell'angolo d'inclinazione, cioè l'angolo RBA = q, ſarà l'analogia R. s :: q. $\frac{qs}{R}$ che ſi faccia eguale ad y = AR ch'è il ricercato ſpazio.

Se dunque faremo $s = 12$, $q = 43°.25'$. ſarà $y = \frac{12 \times \text{ſeno } 43°.25'}{\text{ſeno tutto}}$ e prendendo i logaritmi 1.0791812 + 9.8371456 — 10.0000000. = 0.9163268 = 8 in circa.

CAP. XIV. Ma ſupponendoſi data la AR ed incognito l'angolo d'inclinazione, ſarà $q = \frac{Ry}{s}$. Sia però $y=4$, $s=12$ ſarà $q=$l. 10.0000000 + l. 0. 6020600 — l. 1. 0791812 = l. 9. 5228788 = 19°. 28′. ſeno del complemento, onde l'angolo ricercato d'inclinazone ſarà = 70°. 32′.

Parimente ſe foſſe $y=1$ ed il rimanente come ſopra, ſarà $q=$l. 10. 0000000 + l. 0. 0000000 — l. 1. 0791812 = l. 8. 9208188 = 4°. 46′. dunque l'angolo RAG d'inclinazione ſarà 85°. 14′ e tal acqua non farebbe che poco viaggio in un'ora, come agevolmente ſi può ricavare dal calcolo, nè diſſimile da quello che fa il Pò baſſo vicino al Mare.

V I.

Si è poſta la AB per la miſura fiſſa della caduta dell'acqua dentro di un ſecondo di tempo, a norma di quanto laſciò regiſtrato a prova di oſſervazioni il Mariotte nel ſuo Trattato del movimento dell'acque pag. 403 Tomo ſecondo, ſtabilita la qual miſura, andò poſcia determinando la forza dell'acqua ne' piani inclinati, allorchè avanzandoſi ſopra di queſti, s'impiega a muovere le ruote de' Mulini, col momento, che ne riſulta dalla quantità dell'acqua che urta, e dalle reſiſtenze delle palmette delle ruote, che devonſi muovere.

V I I.

TAV. X. Fig. 12. Un vaſo o conſerva di acqua ABEF tenuta ſempre piena ſino in B, e che abbia un emiſſario quadrato C comunicante col mezzo del tubo AC con eſſa, darà il getto di eſs'acqua CR, che di ſua natura, preſcindendo dalle reſiſtenze, ſalir dovrebbe ſino all'orizontale EB, ma trovando il peſo P, ſarà queſto ſoſtenuto, e bilanciato in qualche ſito riſpondente all'orizontale, che paſſerà per il punto D. Sia la velocità con cui urterà l'acqua nel peſo predetto P, V; eſſo peſo $P=p$, il foro $C=ee$, e $BD=x$. Perchè l'impreſſione dell'acqua contro di P è come l'orificio nel quadrato della velocità, e queſta nel punto D in dimezzata di DB ſarà $p=eeV=eex$. Sia poi da paragonarſi la reſiſtenza o reazione del detto peſo all'azione dell'acqua con l'urto di quella di un fiume contro delle ruote degli edificj, e ſia generalmente la proporzione delle velocità della ſaliente predetta alla

cor-

corrente del fiume come n ad m, ſe ſi dirà la velocità di queſto u, ſarà $n . m :: V . u$ ed $V = \frac{nu}{m}$ ed $VV = \frac{nnuu}{mm} = x$, quindi la formola di ſopra poſta ſi cangia in $p = \frac{eennuu}{mm}$, ovvero $\frac{mmp}{nn} = eeuu$. CAP. XIV.

VIII.

Dalle oſſervazioni fatte dal Mariotte nel Trattato antedetto pag. 405 ſi ha, che in una conſerva alta piedi 12 di Parigi, ſuccede un getto di acqua valevole a ſoſtenere un peſo di libbre 210, quando il foro d'eſſo getto ſia quadrato, e il di cui lato ſia di mezzo piede: ſi ha in oltre, che la velocità dell'acqua all'uſcire da un tal foro può fare 24 piedi di moto equabile in un ſecondo di tempo, dove quella della Sena non fa nel detto tempo che piedi 4, a tal conto dunque ſarà $c = \frac{1}{2}$; $p = 210$; $n = 6$; $m = 1$; onde la forza dell'acqua di eſſa Sena $eeuu = \frac{mmp}{nn} = \frac{210}{36} = 5 + \frac{5}{6}$. di una libbra: Se dunque la dett'acqua percuoterà una palmetta quadrata di una ruota, che foſſe di un mezzo piede di lato, non ſoſterrebbe che la trenteſima parte delle 210 libbre; Se poi la palmetta creſceſſe, più ne ſoſterrebbe; Sia $ee = 1$, dove prima non era che $\frac{1}{4}$ di piede di area, creſcerà dall'uno al quattro, e perciò ſoſterrebbe $4 \times 5\frac{1}{6} = 20\frac{4}{6} = 23\frac{1}{3}$ in circa, ed eſſendo le palmette delle ruote de' Mulini della Sena lunghe piedi 5, e larghe piedi 2, avranno di ſuperficie piedi 10, e ſoſtenteranno libbre $233\frac{1}{3}$, e quando al medeſimo aſſe foſſero collocate due ruote eguali ſoſterrebbero queſte, libbre $466\frac{2}{3}$.

IX.

Così il Mariotte. Noi ſeguendo un'altra ſtrada cercheremo direttamente ed *a priori* il valore delle impreſſioni dell'acqua ſopra delle ruote. Sia un canale aperto o chiuſo collocato a piombo come AB, ed un altro inclinato come AC, ed ambidoi ſiano ripieni di acqua, e tali ſiano conſervati, avendo libera l'uſcita in B e C, ſi deve conoſcere l'impreſſione che farebbe queſt'acqua all'uſcire ſe incontraſſe un oſtacolo ad angolo retto con la direzione TAV. X. Fig. 13.

CAP. XIV. del di lei moto, e ſuppoſto che tanto il perpendicolare, che l'inclinato terminaſſero nella medeſima orizontale BC. Sia BF perpendicolare alla CA, ed eſponga AB il peſo o la gravitazione aſſoluta dell'acqua nella perpendicolare; eſſendo dunque i triangoli CAB, FAB ſimili, ſarà AC. AB :: AB. AF ed $AF = \frac{AB^2}{AC}$; eſpreſſione, che vale la forza che rimane ad un grave per diſcendere nel piano inclinato qualunque AC, cioè la forza *ſollecitante*, dove nella perpendicolare eſſa forza vale la AB eguale a tutta la gravitazione, ed è lo ſteſſo (nel caſo che il grave ſia l'acqua che diſcende pel canale) come ſe nel piano inclinato peſaſſe ed agiſſe eſs'acqua, come AF, dove nella perpendicolare peſa, ed opera come AB.

X.

E' da trovarſi l'impreſſione, che può eſſer prodotta dalla diſceſa dell'acqua dal punto A al punto C. L'impreſſione è come la forza operante in un momento applicata ch'è alla reſiſtenza; in oltre eſſa forza è come la maſſa moltiplicata nel quadrato della velocità; ma la maſſa è come la ſuperficie o l'area della ſezione, dunque l'impreſſione ſarà come detta ſuperficie nel quadrato della velocità; e ſe eſſa ſuperficie ſi prenda eguale all'area percoſſa della palmetta di una ruota di un edificio, ſarà l'impreſſione come la ſuperficie della palmetta nella duplicata della velocità, o nell'altezza da cui cade l'acqua.

X I.

TAV. X. Fig. 14. Data la lunghezza del piano AC, e ſuppoſtolo inclinato in infinite maniere ſopra la CE, ſenza però che reſti mai alterata la di lui lunghezza, ſia da ritrovarſi una linea DF, ch'eſprima l'impeto dell'acqua per tutte le varie inclinazioni di eſſo dato piano. Si produca CB orizontale tanto verſo G, che verſo E, e ſi faccia CG = CE = al prodotto del quadrato della ſezione di C, e del quadrato AC, lunghezza di detto piano; indi CD ſi faccia eguale al prodotto del quadrato di detta ſezione nel quadrato del ſeno della inclinazione di detto piano, cioè nella CB; dipoi col centro C, intervallo CG ſia deſcritto il ſemicircolo GHFE, ſe in queſto ſarà condotta l'ordinata DF, dinoterà ella la ricercata impreſſio-

preſsione, e la metà della circonferenza EFH ſarà il luogo di tutte le impreſsioni che potranno naſcere dalle varie inclinazioni del dato piano AC; mentre per la natura del circolo; GD (GC + CD). DF :: DF. DE (CE — CD) ſarà perciò DF quad. = GC quad. — CD quad. ma GC è come la ſezione moltiplicata con AC, e CD è pure come la medeſima ſezione moltiplicata con CB per la ſuppoſizione, dunque DF quad. è eguale al quadrato della ſezione moltiplicata nella differenza de' quadrati di AC e CB, e per conſeguenza DF è eguale alla ſezione moltiplicata con AB, ma AB moltiplicata nella ſezione, vale l' impreſsione; dunque ec. CAP. XIV.

XII.

Sia da cercarſi la reſiſtenza del piano orizontale DB, poſte le ſteſse coſe come ſopra; ſi produca AC in F dimodochè CF vaglia l'impreſſione dell'acqua contro un piano orizontale ſe cadeſſe da una data altezza, ſi conduchi DF parallela ad AB, la quale AB dinota l'altezza della caduta riſpetto al piano orizontale DB, ſarà l'impreſſione FC riſolta nelle due forze FD, DC, di cui queſta non fa urto alcuno, per operare ſempre con direzione equidiſtante al piano DCB, onde tutto lo sforzo, che contro di eſſo piano s'impiega, oppure, ch'è lo ſteſſo, il contraniſo di eſſo piano riſpetto all' impreſſione ſarà come la DF. ed eſsendo per i ſimili triangoli DCF, CAB; AC. AB :: FC. DF, ſarà $DF = \frac{AB \times FC}{AC}$, ma per il numero antecedente FC = AB moltiplicato nella ſezione, dunque DF o ſia la reſiſtenza ricercata ſarà in ragione compoſta della diretta della ſezione del Canale, e del quadrato dell' altezza AB, ed inverſa della longhezza del piano o Canale inclinato AC, il che ec. TAV. X. Fig. 15.

XIII.

Coroll. I. Naſce da ciò, che a miſura che il Canale ſarà con maggior inclinazione al piano orizontale, la reſiſtenza o reazione di queſto diverrà maggiore, e maſſima allora che ſi confonderà con la perpendicolare, nel qual caſo la reazione diverrà eguale all' impreſſione aſſoluta CF, o ſia al momento totale dell' acqua diſcendente a piombo.

Co-

CAP. XIV.

Coroll. II. E si ricava ancora, che essendo la DF sempre minore di CF per qualunque obbliquità che abbia il piano AC rispetto di AB, e solo diventandogli eguale nella perpendicolare, quindi l'impressione totale dell'acqua in tal suppoſizione, sarà sempre maggiore di quella che viene esercitata nel piano obliquo, e l'impressione parziale di ess'acqua sarà altrettanto minore, quanto è maggiore l'obliquità dell'incidenza.

Coroll. III. Se però il piano DCB fosse costituito in una quiete ammovibile, resterà più tardamente mosso a misura del ricevere l'impressione dell'acqua con maggiore obbliquità, e per lo contrario sarà mosso con maggior momento se l'angolo dell' incidenza sarà maggiore, e meno acuto.

XIV.

Per tanto fino a che il piano DB non potrà ricevere tutta l' impressione dell' acqua, non seguirà il massimo di lei effetto, nè questo potrà succedere se il detto piano non riesca perpendicolare a CA, come sarebbe PR, ed allora il momento dell'impressione sarà il massimo, facendosi il prodotto della sezione nell' altezza AB.

XV.

La sopradetta impressione sarà della massima forza, ogni qualvolta succeder possa, che l'acqua discendente pel Canale AC sia in stato in un momento di tempo di sottrarsi dal piano PR: che se questo in qualche modo (ricevuta l'acqua) la trattenesse, o ribattesse, allora nella suppoſizione che esso piano sia movibile intorno di un centro, non potrà con eguale celerità secondare il moto dell'acqua, nè si otterrà il detto massimo effetto, abbenchè esso piano sia normale ad AC, conciosiachè il momento dell'acqua discendente resterà non poco debilitato da un tale ribalzamento, o quiete dell'acqua trattenuta. Parimenti se si supporrà PC una palmetta di una ruota convertibile attorno del centro C, di modo che non potendosi conservare PC perpendicolare ad AC, se non per un istante di tempo, avrà a ricevere essa palmetta PC, varie e differenti impressioni a misura delle varie incidenze, sotto le quali incontrerà la direzione della corrente del Canale, quindi per supputare con l'esattezza possibile il movimento di una ruota mossa dalla forza dell' acqua,

la-

ſarebbero da raccoglierſi molte poſizioni della palmetta, e dall' aggregato di varj momenti riſultanti, ricavarne poſcia la media impreſſione, che eſſa ruota ſarà per ricevere. CAP. XIV.

XVI.

Sia FFD una ruota, che girar poſſa nel centro C, ed abbia il ſuo fuſo EC, con le palmette DF, DF, DF ec: nelle quali percotendo l'acqua che cada da AB, la faccia girare. Si ſupponga al fuſo CE attaccato il peſo P di tanta mole e gravità, che non oſtante l'impreſſione dell'acqua fatta ſopra la palmetta B, rimanghi in equilibrio, nè punto ſi muova, abbenchè per pochiſſimo che eſſo peſo ſcemaſſe, concepir poteſſe il moto, ſarà il peſo in ragione diretta dell' area della palmetta B, della diſtanza CB dal centro della ruota al centro di azione di detta palmetta, e dell'altezza AB, e reciproca della CE ſemidiametro del fuſo: Concioſiacoſachè per i principj della meccanica, e delle leggi di quella macchina detta *aſſe in peritrochio* eſſendo l' analogia, come la forza dell'acqua che cade ſopra la palmetta in B alla reſiſtenza del peſo P così CE a CB, e la forza dell'acqua in B valendo per il numero X di queſto la ſezione dell'acqua nell' altezza AB, dunque eſſa ſezione nella detta altezza alla reſiſtenza del peſo ſarà nella ragione di CE a CB, e perciò la detta reſiſtenza P in ragione compoſta della diretta della ſezione, dell' altezza AB, e della BC, e reciproca della CE. il che ec. TAV. X. Fig. 16.

XVII.

Coroll. I. E perchè l'altezza AB ſta come il quadrato della velocità, per tanto ſarà la detta reſiſtenza in ragione della ſezione della CB, e del quadrato della velocità direttamente, e reciprocamente come la CE.

Coroll. II. E ſe ſi condurranno EA, e GH parallela all' orizontale CB, ſarà il peſo o reſiſtenza P in ragione compoſta della ſezione, dell'altezza AB, e della AH direttamente, e contrariamente della BH: imperocchè per i triangoli ſimili eſſendo EB. AB :: EC. BH ſarà ancora EB × BH = AB × EC, ovvero EC + CB. AB :: EC. CG, e perciò il rettangolo CE × AB eguale a' rettangoli CE. × CG e CB × CG, e ſarà ancora la differenza de' rettangoli CE × AB e CE × CG eguale al rettangolo CB × CG,

e per

CAP. XIV. e per conseguenza sarà CE eguale al rettangolo CB × CG direttamente, e reciprocamente ad AH, ed essendo la forza impellente dell'acqua eguale alla sezione, altezza AB e CB direttamente, e reciprocamente alla CE, sarà ancora eguale alla composta della diretta di detta sezione, altezza AB ed AH, e contraria CG, ovvero BH.

XVIII.

Per poco poscia che la forza impellente dell'acqua sia maggiore della resistenza del peso P, resterà subito distrutto l' equilibrio, e la ruota dovrà girarsi attorno del centro C, e se il peso P fosse infinitamente piccolo rispetto a detta forza impellente, e la ruota sarà considerata, come non grave, si rivolgerebbe con la stessa celerità, con cui discende l'acqua sopra della palmetta; vale a dire che se l'altezza AB, alla circonferenza della ruota fosse come r al q, e supponendosi col Mariotte, che l'acqua in discendendo percorresse di moto equabile, cioè con velocità inalterata ed eguale alla massima concepita nel punto infimo della caduta, 24 piedi in un secondo, se per l'altezza r si chiamerà n il tempo impiegato, sarà quello con cui si farà un giro intiero della ruota $\frac{rq}{r} = n$. Così per esempio essendo r di 12. piedi, cioè che l'acqua di moto accelerato cadesse da tal altezza, la circonferenza q fosse 80. piedi, sarebbe secondo le osservazioni di detto Mariote $r = 1''$ e per conseguenza un giro della ruota succederebbe in sei secondi di tempo e due terzi.

XIX.

In due ruote di egual raggio ma mosse da ineguali altezze di acqua, e con ineguali palmette, sarà la palmetta della prima ruota mossa dalla minor caduta di acqua, alla palmetta della seconda ruota mossa dalla maggiore caduta in ragione dimezzata composta delle rivoluzioni e peso della seconda, altezza della caduta dell'acqua e tempo consumato dalla prima, alla dimezzata delle rivoluzioni e peso della prima, altezza e tempo della seconda; imperocchè il numero delle rivoluzioni di una ruota è in ragione diretta del tempo e dell'impressione,

che

che vi pratica l'acqua, e reciproca del peso della macchina da muoversi, onde sarà per le due differenti ruote (dicendo N il numero de' giri della prima BC, ed M quelli della seconda EF; il tempo della prima t; quello della seconda T; l'impressione della prima i, ed I quella della seconda) l'analogia N. M :: $\frac{it}{p} \cdot \frac{TI}{P}$; Fig. 17. ma l'impressione per il numero X di questo vale $BC^2 \times AB$ per la prima, e $EF^2 \times DE$ per la seconda; dunque N. M :: $\frac{BC^2 \times AB \times t}{p} \cdot \frac{EF^2 \times DE \times T}{P}$, ovvero N. M :: $BC^2 \times AB \times P \times t$. $EF^2 \times DE \times p \times T$, e perciò $M \times BC^2 \times AB \times P \times t = N \times EF^2 \times DE \times p \times T$, cioè EF. BC :: $\sqrt{N \times DE \times p \times T}$. $\sqrt{M \times AB \times P \times t}$. il che ec.

X X.

Coroll. I. Se i tempi, e le cadute dell'acqua saranno eguali sarà la sezione DE in diretta ragione composta della sezione BC, de' giri di DE e del peso P e reciproca de' giri di BC, e del peso p.

Coroll. II. Ed il peso p al peso P sarà in ragione composta delle rivoluzioni di DE e della sezione BC, al numero delle rivoluzioni di BC, e della sezione DE, ovvero in ragione diretta del numero delle rivoluzioni di DE, e reciproca della sezione di essa DE, al numero delle rivoluzioni di BC, e reciproca della sezione BC.

Coroll. III. Onde il peso P sarà in ragion composta del peso p, del numero delle rivoluzioni di BC, e della sezione DE e contraria del numero delle rivoluzioni di DE, e della sezione BC.

Coroll. IV. Conosciuto però il peso della macchina prima di aggiongersi li nuovo peso, note le sezioni ed il numero de' giri, sarà pur conosciuto il peso, che gli verrà aggionto, il quale se si nominerà Q, EF, x; BC, e; sarà $P = p + Q$ onde $Q = p \times \frac{N}{M} \times \frac{xx}{ee} - 1$; quindi se si supporrà $p = 4000$; $N = 4$; $M = 3$; $xx = 144$; $ee = 100$, sarà $Q = 3680$, e perciò $P = 7680$.

Coroll. V. E se i pesi fossero ancora eguali, sarebbe il nume-

CAP. XIV. ro delle rivoluzioni, come le aree delle palmette percosse dalle sezioni dell' acqua, e vicendevolmente date le aree o sezioni non potrà rimaner ignoto il numero delle rivoluzioni.

XXI.

Consistendo nel giro delle ruote più o meno celere, tutto ciò, che concerne la meccanica degli edificj, non sarà se non di profitto il cercare le possibili facilità per ottenere tali movimenti, ed ogni altro vantaggio sì per l'accrescimento della forza dell'acqua, sì per la diminuzione delle resistenze delle macchine, ond'esso movimento si venga il più che si può ad accrescere. Sostenuta per tanto che sia l'acqua a quell' altezza, che non sia pregiudiciale alle vicine Campagne, o ad altri edificj superiori, se ve ne fossero, si forma quel Canale detto volgarmente *Gorna* di una figura piramidale tronca, a motivo di restringerla qualche poco nel sito ove l' acqua ha da percuotere la palmetta della ruota, mentre accrescendosi con ciò la velocità dell'acqua, nella ragione inversa delle sezioni del rimanente del Canale, si venghi anco ad aumentare il di lei moto di maniera, che se questo fosse di un sesto più largo all'entrar dell'acqua, che al sito ove l'acqua fa l' impressione su la palmetta, oltre dell'incremento della velocità a cagione della maggior caduta, che acquista a misura dell'accostarsi ad essa palmetta, restarebbe, come è noto, accresciuta ancora la detta velocità di un sesto di quella all'ingresso, ove cioè la caduta ha l' origine, supposto però che sempre si conservasse dapertutto la stessa altezza dell' acqua nel Canale della *Gorna*; contuttociò ancorchè questa restasse in qualche parte alterata, nientedimeno quando la sezione resti più angusta, sarà sempre accresciuta la velocità, e con questa il momento dell' impressione.

XXII.

Riputandosi che la curva della brevissima discesa de' gravi, quando fosse posta in pratica nell'affare degli edificj, possa ad essi proccurare non poco vantaggio, se ne darà quivi l'idea ed il modo di servirsene a misura delle varie circostanze. Tal Problema è stato sciolto da molti Celebri Geometri; noi si appiglie-

re-

remo a quella soluzione, che viene registrata negli atti di Lipsia 1697, e che è fondata sopra il principio fissato già dal Fermazio, dimostrato poscia dall'Ugenio, e dal Leibnizio intorno alla via brevissima, che di fare intende la natura nel far passar il raggio della luce da un mezzo men raro ad uno più raro, e come che si raccoglie dalle dimostrazioni di detti rinomatissimi Matematici, esser le velocità de' raggi nella ragione costante del loro seno d'inclinazione, ne proviene, che in un mezzo, che fosse di una variante densità in ogni punto di sua penetrazione, verrebbe esso raggio a formare la curva ADH, nella quale prendendosi Dd, elemento infinitesimo di essa, come costante, e CB ordinata della curva AC, per una linea esprimente la velocità del grave, che cadesse lungo la curva AD, nel punto D sarebbe l'analogia Dd. DE :: a. CB (prendendo bd infinitamente prossima e parallela a BE) dicendo però AB $= x$; BD $= y$; $Dd = ds$; CB $= u$, sarà ds. dy :: a. u, ed $ady = uds$ ma $ds = \sqrt{dxx + dyy}$, dunque $ady = u\sqrt{dxx + dyy}$, e $dy = \frac{udx}{\sqrt{aa - uu}}$, e volendosi secondo l'ipotesi del Galileo $uu = ax$, cioè la curva AC una parabola conica, sarà $dy = dx\frac{\sqrt{ax}}{\sqrt{aa - xx}}$ ovvero facendo $a = 1$ $dy = dx\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{a - x}}$, ch'è l'equazione alla cicloide, come viene dimostrato nel predetto luogo dal chiarissimo Sig. Bernoulli.

CAP. XIV.

TAV. XI. Fig. 1.

XXIII.

Rimane, che a perfetta notizia di questa proposizione si dia anco il metodo di formare da punto a punto la cicloide stessa, su di cui poscia si abbia ad assestare il ricercato Canale o Gorna; per fare il che non si allontanaremo da quanto nel detto incontro ha prodotto il soprallodato Sig. Bernoulli. Siano i due punti dati A et B, per i quali debba passare la porzione di cicloide AFB. Si faccia dunque una cicloide AHD, che abbia la sua origine al punto A, e la di cui base sia l'orizontale AD, di poi si unischino i punti A, B, con la retta AB, che taglierà in C la descritta cicloide. Si faccia AC. AB :: GH diametro del circolo gene-

TAV. XI. Fig. 2.

CAP. XIV.

ratore della detta cicloide alla quarta proporzionale, che sarà il diametro del circolo generatore di un'altra cicloide, che cominciando pur essa in A passerà per B, e sarà la ricercata, se però sopra AFB sarà descritto il Canale o Gorna, l'acqua che per A vi entrerà, giongerà in B dentro il più breve tempo, rispetto di quello consumerebbe in discendendo per ogni altra curva posta e descritta fra i medesimi termini, non esclusa nè meno la linea retta AB.

XXIV.

Scolio. Abbenchè generalmente debba esser vera la predetta analogia AC. AB :: GH. KI per determinarsi la ricercata cicloide, che passi per i due punti A, B, qualunque sia il sito di B, *b*, *b* ec. rispetto all'orizontale AE, resta però chiaro, che il punto E, cader mai non possa in questa, giacchè quivi il grave non si moverebbe per forza della propria gravità, dove nelle cicloidi, prescindendo dalle resistenze del mezzo, dovrebbe muoversi e percorrerla nel tempo più breve, che correr potesse qualunque altra curva posta fra essi due termini, e ciò atteso l'impeto concepito, allorchè arriva al punto infimo I, dove nella retta orizontale, non potendo mai muoversi, nè concepire per conseguenza impeto alcuno, resta questa esclusa da ogni paragone: Non così per altro succede per le rette inclinate A*b*, A*b*, terminate fra i due punti I ed E, nelle quali abbenchè più tardamente, sono però percorse dal grave, ed il tempo per queste, al tempo per l'arco cicloidale, ha una sensibile e finita proporzione, ciò non ostante, ne' Canali inclinati per dar moto agli edificj, convien far in modo ficchè l'arco AFB termini sempre di qua dalla metà della cicloide AFI, perchè l'acqua nel risalire non bene incontrerebbe la palmetta della ruota, nè anderebbe esente da resistenze tali, che potrebbero notabilmente ritardarla nel proprio movimento.

XXV.

Se dunque il Canale non deve scorrere oltre del vertice della cicloide I, sarà la AB, allorchè il punto B cada in I, la massima corda di detta curva, e per conseguenza l'angolo, che comprenderà coll'orizontale AE sarà il minimo nelle antedette circo-

stan-

ſtanze; ſe però i due punti A, B ſiano collocati in modo, coſicchè la retta AB faccia un angolo o eguale o maggiore del detto minimo, allora la cicloide ſi potrà deſcrivere per formare la Gorna; che ſe l'angolo tale non foſſe, converrà avvicinare di più il punto A alla perpendicolare KI, onde ottenerſi l'apertura deſiderata dell'angolo, ch'è lo ſteſſo, come accorciare di qualche piccolo ſpazio la Gorna o canale, perchè l'acqua poſſa per la ſtrada cicloidale agire ſopra della palmetta della ruota; il detto minimo angolo ſi trova eſſer di gradi 32. 28' ſuppoſta la rettificazione della linea circolare, e che la proporzione del diametro alla circonferenza ſia come 113 a 355, il che ſi ricava nel modo ſeguente.

XXVI.

Si dica il diametro GH = 2*a*, ſarà l'analogia 113. 355 :: 2*a*. $\frac{710a}{113}$ = alla circonferenza intiera, il di cui diametro è GH; dunque mezza eſſa circonferenza, che per la natura della cicloide è ſempre eguale alla retta AG, ſarà = $\frac{315a}{113}$, e quando C cada in H ſarà $\sqrt{AG^2 + GH^2}$ = AH ovvero AC, ed in numeri = $a\sqrt{\frac{177101}{12769}}$ ed eſſendo AH. AB :: GH. KI; ſe diremo AB = AI = *m* ſarà $a\sqrt{\frac{177101}{12769}} . m :: 2a . \frac{2m\sqrt{12769}}{\sqrt{177101}}$ = KI. Se però ſupporremo che *m* ſia il ſeno tutto, ſarà queſta KI, il ſeno del ricercato angolo per l'inclinazione del noſtro canale.

log. ſeno tutto	= 10.0000000
log. ſen. 2.	= 0.3010300
log. $\sqrt{12769}$	= 2.0529253
	12.3539553
ed il log. di $\sqrt{177101}$	= 2.6241093
	9.7298460

logaritmo che riſponde proſſimamente a gradi 32. 28'.

Rico-

CAP. XIV.

XXVII.

Riconoſciuta che ſia la differenza dell'altezza, che corre fra i due punti A e B, computata nella perpendicolare, che dicaſi *p*, ſarà facile da rilevare la lunghezza maſſima, che in quella data altezza può aver il canale della Gorna, mentre nel Triangolo rettangolo AKI ſarà come il ſeno di gradi 32. 28′, minima inclinazione della corda maſſima della cicloide, alla KI (*p*) così il ſeno tutto alla ricercata AI, e prendendo i logaritmi reſterà ſempre eſpreſſa per queſta formola l. 10. 0000000 + *l p* — l. 9. 7298460, e ſupponendo per eſempio *p* = 40 once ſarà AI = l. 11. 6020600 — l. 9. 7298460 = l. 1. 8722140 = 74 e mezzo in circa; onde la maſſima lunghezza della Gorna per detta altezza di 40 once di cadente, non potrà eſſer maggiore di once 74 e mezzo, cioè poco più di ſei piedi.

XXVIII.

Corollario I. Quindi eſſendo 40 once la caduta ordinaria, che ſerve in grazia di eſempio per far girare la ruota di un Mulino di quelli cioè che ſono in uſo nello Stato Veneto, almeno di qua dall'Adige, non parlando di quelli a catino, che ricercano caduta aſſai maggiore, nè portando queſt' altezza che la corda di piedi ſei per la cicloide, che non è, ſe non un ſcarſo tratto, reſta manifeſto, che quanto maggiore ſarà l'altezza della caduta, rendendoſi con ciò molto più ſenſibile la curvatura di eſſa cicloide, l'effetto ſarà ancora più ſenſibile.

Corollario II. E ne deriva ancora, che a miſura, che la caduta ſarà minore, per ſupplirvi, ſi dovrà accreſcere la moſe dell'acqua, per ottenerſi un'impreſſione ſufficiente pel giro della ruota, ed allora l'arco cicloidale ſarà con meno di ſaetta, e meno ſi ſcoſterà dalla linea retta, dovendoſi ſempre (quando ſi voglia la cicloide per formar il canale) conſervar per lo meno l'angolo compreſo dalla corda e dall'orizontale di gradi 32. 28′ come ſi è rimarcato al numero XXVI. di queſto.

XXIX.

Perchè la ruota in grazia di eſempio di un Mulino de' noſtri, giri, e faccia buona macina, ho oſſervato coſtantemente, che l'

acqua

acqua cader deve da 3 piedi in circa, nella ſezione di un piede quadrato, mentre egli è ben vero, che in molto maggior quantità ne riſtagna ſuperiormente alle portine o Buove, e ſopra le loro ſoglie, ma le paratore non vengono alzate però, che per mezzo piede in circa da eſſe ſoglie; dimodocchè eſſendo le medeſime larghe per ordinario due piedi, o due piedi e mezzo, tal apertura non dà maggior ſezione di acqua di un quadretto, o ſia di un piede quadrato o poco più; bensì ogniqualvolta mancaſſe la detta caduta, converrebbe ſupplirſi con maggior quantità di acqua, per averſi un' impreſſione nella palmetta, che foſſe più forte, e la neceſſaria celerità del moto della macina dentro d'un dato tempo. Così parimenti quando l'acqua cadeſſe da maggior altezza, una minor quantità o ſia ſezione, farà un urto ſufficiente nelle palmette, perchè le ruote ottenghino le loro convenienti rivoluzioni, oſſervandoſi ne' Mulini principalmente, che vengono detti a *Coppedello*, a motivo della forma a coppa delle palmette delle ruote per meglio ricever l'acqua, che ſupplendo alla ſcarſezza di eſſa la molta altezza da cui ſcende, girano con pochiſſima quantità di queſta, coadjuvando a ciò, oltre il gran declivio e ſceſa dell'acqua, il gran raggio della ruota, e la forma ſteſſa, come ſi è detto, delle palmette, deſtinate a ricevere l'impreſſione. CAP. XIV.

XXX.

Se ſi voleſſe da varie altezze de' canali AB, AB ec. tutti terminati in C, come AC, AC &c. che le impreſſioni fatte ſopra le reſpettive palmette CD, CD di una ruota foſſero tutte eguali; S'intenda prodotta la CB indefinitamente verſo K. Sia E la larghezza della palmetta della ruota; M rappreſenti l'unità; indi ſi faccia E. M :: M*q*. N*q*; Prendaſi poi BH = N, e ſi formi il quadrato BFGH; ſe per il punto G con gli aſintoti AB, BK, reſterà deſcritta l'iperbola Appolloniana IIG, determinerà queſta con le ordinate AI, AI ec. l'altezza della ſezione dell'acqua, che cadendo dalle reſpettive altezze AB, AB ec. e percotendo nelle palmette DC, DC ec. produrrà un' impreſſione dapertutto eguale, onde anche le rivoluzioni dapertutto ſucceder debbano eguali in numero dentro di un dato tempo: il che ſi dimoſtra, perchè eſſendo E. M :: M*q*. N*q*, ſarà ancora il quadrato di N in ragione diretta del cubo di M, e reciproca di E; ma il quadrato di N per la natura dell'iperbola è eguale TAV. XI. Fig. 3.

al

CAP. XIV. al rettangolo AI × AB, dunque questo rettangolo sarà eguale direttamente al cubo di M, e reciprocamente ad E, ovvero il prodotto di E in AB × AI sarà eguale al cubo di M, o sia all' unità, e per conseguenza il detto prodotto sarà dato e costante; ma tal prodotto per il numero X di questo vale l' impressione dell' acqua sopra della palmetta, dunque &c.

XXXI.

Per far uso della proposizione, figuriamoci, che battendo l'acqua in altezza di once 12 sopra della palmetta pur larga once 12, cada da un' altezza di 50 once, è manifesto, che sarà AB = 50, AI = 12, E = 12, e che l'impressione valerà 7200, e per tutti gli altri casi sarà $AI = \frac{7200}{AB \times 12}$; data dunque AB, non potrà esser ignota AI; come parimenti data la AI, sarà pur nota AB; ed in grazia di esempio, se AB fosse 36, per aversi un momento eguale, converrebbe che la AI, o sia l' altezza della sezione che percuote sopra della palmetta fosse 16 once e punti 10. E quando AB fosse 60; AI sarebbe once 10.

XXXII.

Che se si voglia invariabile AB, cioè l'altezza, dalla quale TAV. XI. Fig. 4. cade l' acqua, e variabile l' inclinazione di CA; poste le altre cose come sopra, abbenchè sembri che l' impressione medesima far si dovesse sopra della palmetta della ruota, nientedimeno, come che ciò accader dovrebbe solamente nel vuoto, e quando niuna resistenza patir potesse l' acqua nel discendere, così dove sono queste, la cosa deve andar altrimenti, e come che crescono le resistenze secondo la lunghezza del piano della scesa dell' acqua, si potrà per una specie di probabile ipotesi prender la detta impressione in ragione diretta della sezione e dell'altezza, e reciproca della lunghezza del piano della scesa predetta, cioè come $\frac{DC^2 \times AB}{AC}$.

Sup-

CAP. XIV.

XXXIII.

Suppoſte le ſteſſe coſe, come nel numero antecedente, ſia da trovarſi l'altezza della ſezione, deſtinata ad urtar nella palmetta CD con una impreſſione ſempre data, e coſtante in qualunque lunghezza di piano AC. Si produchi CB in F, e ſi faccia BE = AB = BF; La larghezza della palmetta o ſezione dell'acqua cadente ſia M. Pongaſi R (che può rappreſentar l'unità) ad AB :: M*q*. P*q* (di cui P ſia il lato) come pure $P^2 . 2R^2$ :: R. Z = EG, ſe col diametro EF, e parametro Z = EG ſi deſcriva l'iperbola EH, e dal punto C termine del piano inclinato AC ſi conduca l'ordinata CH, dinoterà queſta l'altezza ricercata della ſezione, con cui la palmetta in qualunque inclinazione del piano CA verrà egualmente urtata; avvegnachè per la natura di detta iperbola eſſendo l'analogia EF. FG :: $BC^2 + EB^2 . CH^2$, ed eſſendo EG = Z ed in ragione diretta del doppio cubo di R, e reciproca del quadrato di P, e queſto quadrato eſſendo in ragione diretta compoſta di AB e del quadrato di M, ed inverſa di R, ſarà Z in ragione diretta compoſta del doppio cubo di R e della ſemplice R, e reciproca pur compoſta del quadrato di M e dell'altezza AB, onde ſarà ancora $EF . \frac{2R^4}{M^2 \times AB} :: BC^2 + EB^2 . CH^2 :: AC^2 . CH^2$ e però ſarà $\surd EF . \frac{RR\surd 2}{DC\surd AB} :: AC . CH$ e pertanto $\frac{RR \times CA \times \surd 2}{DC\surd AB} = CH\surd EF = DC\surd EF$ ovvero $RR \times CA \times \surd 2 = DC^2 \surd AB \times EF$ ed $RR = \frac{DC^2 \times \surd AB \times EF}{CA\surd 2} = \frac{DC^2 \surd 2AB^2}{CA\surd 2} = \frac{DC^2 \times AB}{AC}$, ma queſta eſpreſſione per il numero antecedente vale l'urto dell'acqua nella palmetta ed è coſtante, dunque &c.

TAV. XI. Fig. 5.

XXXIV.

Scolio. Per far uſo della propoſizione precedente, è di meſtieri determinare realmente un valore della quantità R, il che ſi farà col mezzo di uno ſperimento per una data altezza AB, e per una

CAP. XIV. data inclinazione CB, alzando cioè la portina di un edificio in modo, che urtando nella palmetta, ſtia per movere la ruota ſenza però poterlo fare, il che ſuccederà allora che l'impreſſione pareggi il reſiſtere di eſſa ruota. Perchè dunque $DC = \frac{R^2 \times AC}{M \times AB}$ ſarà ancora $R^2 = \frac{M \times DC \times AB}{AC}$ generale eſpreſſione per determinarſi eſſo R o ſia l'unità. Se coſterà dunque dallo ſperimento che AB ſia once 50; BC, 100; M, 12, e DC alzamento della portina ſia = 4, ſarà $R^2 = 21\frac{60}{111}$ onde $R = 4\frac{1}{2}$ proſſimamente.

Facciaſi AB = 50 = CB, diventerà y o ſia la DC = $2\frac{1}{2}$, così baſterà levar la portina a tal altezza, ſicchè la ſezione ſia non più alta di once $2\frac{1}{2}$ perchè ſucceda l'equilibrio predetto con le reſiſtenze; e ſe BC foſſe 150, reſtando le altre miſure come ſopra, la DC diverrà in circa di once $5\frac{1}{2}$. Dal che aſſai manifeſtamente appariſce, che come il variar dell' altezza della cadente altera ſenſibilmente l' altezza ricercata nella Gorna o canale, così l'inclinare più o meno il piano di eſſo canale (conſervandoſi la ſteſs' altezza, nella ſuppoſizione che l'urto o il momento debba eſſer ſempre lo ſteſſo) non ricerca grande differenza di altezza delle ſezioni.

XXXV.

La formola del numero XIX di queſto fornirà il modo di ſapere quant'acqua in un edificio gli ſi debba creſcere acciocchè abbia maggior forza, e faccia con la ſua ruota dentro di un dato tempo un numero di rivoluzioni, che ſia baſtante al biſogno: così ſe in grazia di eſempio un Mulino faccia con la ſua ruota otto rivoluzioni in un minuto d' ora, e ſe ſi voleſſe accreſcere di due altre nel medeſimo tempo, ſi prenda quella formola EF = BC $\sqrt{\frac{M}{N} \times \frac{AB}{DE} \times \frac{P}{p} \times \frac{t}{T}}$ in cui per eſſer dati i tempi ed i peſi o reſi-

TAV. X. Fig. 17. ſtenze diverrà EF = BC $\sqrt{\frac{M}{N} \times \frac{AB}{DE}}$ nella quale EF è l'altezza della ſezione ricercata o ſia l' elevamento maggiore della portina; BC = 6 ſarà l'altezza della ſezione, allorchè faceva li otto giri; M = 10, N = 8; AB = 50 = alla caduta dell'acqua, e DE l'altra altezza, quando ſi voglia accreſciuta, e quando no, ſarà

sarà AB = DE, e la formola $EF = BC \sqrt{\frac{M}{N}}$, adunque = 6 $\sqrt{\frac{10}{1}}$ che valerà poco meno di once 7, essendo il suo logaritmo 0. 8266062, di modo che ogniqualvolta sarà accresciuta la sezione dell'acqua discendente per la Gorna di once una in circa, dovrà fare le dieci ricercate rivoluzioni. CAP. XIV.

XXXVI.

Succederà il maggiore possibile impeto dell'acqua discendente pel piano inclinato AC contro della palmetta della ruota EH*b*, il di cui centro O ed il raggio OF, ovvero OC le palmette *bc*; quando l'inclinazione del piano AC sia tale, che uno de' raggi come OF essendo costituito orizontalmente, un altro OC che corrisponda al termine C di detto piano, comprenda un angolo eguale all' angolo ACB; mentre producendo OF in D saranno i triangoli ODC, ACB simili, e perciò l'angolo DCO eguale all'angolo CBA, e perchè questo è retto, come fatto dalla perpendicolare AB sopra l'orizontale BC, l' acqua in discendendo per AC sarà per urtar la palmetta con la massima energia per quello appartiene a' piani rettilinei, e quando succeda lo stesso nel presentarsi ogni altra palmetta *bc* al punto infimo C, succederà ancora in tutte il detto massimo effetto. Perchè poi si è veduto, che facendosi la Gorna cicloidale, l'acqua sarà per scendervi con maggior forza, che per la retta; quindi se fatta tangente la AC di un arco cicloidale, che insista sopra la base A*a*, sarà fatta la Gorna in tal modo che si verrà ad ottenere il massimo possibile effetto, come dal numero XXIII di questo facilmente si può dedurre; quando dunque si voglia costrutto il canale con questo metodo, l'origine sua dovrà avanzarsi da A in *a*, atteśa la curvatura della cicloide. TAV. XI. Fig. 6.

XXXVII.

Dati il punto A origine del canale o Gorna, l'altezza AB, ed il punto O centro della ruota, e data di posizione l'orizontale BC, sia da determinarsi la lunghezza del piano AC, ed il raggio OC della ruota, di maniera che unendosi queste linee nell' orizontale BC, formino un angolo retto OCA che abbia il vertice sempre in detta orizontale, cioè in C, e ciò ad oggetto che discendendo l'acqua per AC faccia sopra di OC la massima im- TAV. XI. Fig. 7. 8.

CAP. XIV. preſſione, riſpetto ad un' altra che non ſarebbe tale, ogni qualvolta eſſo piano AC non incontraſſe in detto ſito ad angolo retto la palmetta. Due ſono i caſi, ovvero che il centro O come nella figura 7. è più baſſo del punto A riſpetto alla BC, ovvero più alto per rapporto alla medeſima, come nell'ottava figura. S'intenda prodotta nella ſettima figura AO in Q ſino a che tagli la BC prodotta, e nella ottava ſia prodotta OA verſo Q ſino a che ſeghi CB prolongata dalla parte di B, e dal punto O in entrambi le figure, cada ſopra la BQ la perpendicolare OR. Faciliſſimo è il modo di avere l'intento, e di trovare in un iſtante ſe non altro graficamente, la lunghezza del canale, e del raggio della ruota per una data poſizione del centro di queſta, nella data altezza da cui diſcender doveſſe l'acqua a muoverla, baſtando dividere la OA in due parti eguali in D, e fatto centro in queſto punto, coll'intervallo DO, deſcrivere il ſemicircolo OCA, il quale o taglierà, o non taglierà, o ſemplicemente toccherà l'orizontale RQ; nel primo caſo del tagliarla o lo farà in due punti come in C, *c*, e dinoteranno queſti le due radici dell'equazione BC, B*c*; ovvero lo taglierà in un punto ſolo, ed allora una ſola ne avrebbe; Se poi non lo tagliaſſe, ſarebbe ſegno dell' impoſſibilità del problema; e quando lo toccaſſe, ciò indicherebbe che le due radici ſaranno eguali, e che coincideranno in un ſol punto. La dimoſtrazione dipende dalla natura dell' angolo nel ſemicircolo, imperocchè conducendo OC, AC, formeranno ſempre l'angolo retto, dunque &c.

XXXVIII.

TAV. XI. Fig. 7. 8. Si conduca dal punto D nelle due figure la perpendicolare DT all'orizontale RQ, ſaranno i triangoli QBA, QTD ſimili onde AQ. AB :: QD. DT; e però queſta quantità ſarà in ragion compoſta diretta del rettangolo AB × QD ed inverſa di AQ, quindi ſe i due punti O ed A non diſteranno fra di loro che del doppio di detta quantità, il circolo toccherà l'orizontale, e le due radici ſi confonderanno in una ſola; e ſe AO ſarà maggiore della doppia quantità predetta, due ſaranno le radici che ſoddisfaranno al problema, e ſe minore ſarà impoſſibile, come che il circolo O*c* CA mai potrà tagliare l' orizontale RQ. In oltre per la ſimilitudine de' triangoli QRO, QBA ſarà ſempre OR la quarta proporzionale delle tre AQ, AB, GO, e la BR ſarà parimenti

rimenti la quarta proporzionale delle tre AQ, AO, QB dimodoche essa OR sarà eguale ad $\frac{AB \times QO}{QO \pm AO}$ e $BR = \frac{OA \times QB}{QO \pm AO}$ e per ciò fra di loro saranno come $AB \times QO$ ad $OA \times QB$, ovvero come $\frac{AB}{OA}$ e $\frac{QB}{QO}$. CAP. XIV.

XXXIX.

Scolio. Ad oggetto di avere il più facile uso della proposizione la ridurremmo alle espressioni analitiche, dicendo per tanto $AB = a$ ed $BC = x$: onde $AC = \sqrt{aa + xx}$, $OA = b$, $OC = z$; $OR = n$, $BR = m$ $RC = m - x$, sarà la formola $x = \frac{1}{2}m \pm \sqrt{\frac{1}{4}mm + \frac{bb - aa - nn - mm}{2}}$, e $z = \sqrt{\frac{bb - aa + nn}{2} \mp m\sqrt{\frac{1}{4}mm + \frac{bb - aa - nn - mm}{2}}}$ = al semidiametro della ruota, come x dà la lunghezza della Gorna o canale.

Facendo perciò $a = 50$, $b = 150$, $n = 72$, ed $m = 148$ il tutto in once sarà $bb = 22500$; $nn = 5184$, onde $bb + nn = 27684$ e $\frac{bb + nn}{2}$ $= 13842$ dal qual numero detraendo $\frac{aa}{2} = 1250$ rimane $12592 = \frac{bb - aa + nn}{2}$. Parimenti essendo $\frac{1}{4}m^2 = 5476$, sarà $z = \sqrt{12592 - 6364} = \sqrt{6228} = 78$ once prossimamente, dimodochè il raggio di tal ruota dovrebbe essere piedi 6. 6 e tutto il diametro, compresa la palmetta piedi 13. L'altra radice darebbe 113, ma non potrebbe servire per le ruote dando un diametro per queste troppo esorbitante, e che darebbe ad esse un moto troppo tardo, e troppo breve il Canale, che gli somministrasse l'acqua.

XL.

Trovata l'inclinazione predetta del Canale, se si volesse che questa diveniss tangente di un arco cicloidale nel punto C, secondo il senso del num. XXXVI. di questo, in tal caso il punto A do- TAV. XI. Fig. 9.

CAP. XIV. A dovrà più avvicinarsi al centro O, durando però esso A nella medesima orizontale. Per aversi ciò s'intendi prodotta BC in F, cosicchè FC sia sempre maggiore di AB. Per il punto F sia condotta EFG parallela ad AB, ed AG parallela a BF; Si faccia in appresso FD eguale alla quarta proporzionale a' quadrati BC, AB ed alla semplice AB; Se da questo punto D sarà condotta DH parallela alla ACE, sarà il punto H nella circonferenza del circolo generatore della cicloide, che toccherà la AC nel punto C, quando però HC sia eguale all'arco HLD, ed il raggio di esso circolo sarà eguale a $\frac{1}{2}$ GD = GO, mentre per la supposizione essendo $BC^2 . GF^2 :: GF . FD$, e per i triangoli simili ACB, FCE essendo pure $BC^2 . AB^2 :: FC^2 . FE^2$, sarà anche $FC^2 . FE^2 :: AB . FD$. Parimenti per i triangoli simili FHD, FEC sarà $FC^2 . FE^2 :: FH^2 . FD^2$. Dunque $FH^2 . FD^2 :: AB . FD$, ovvero $FH^2 . FD :: AB . 1$ e $FH^2 = FD \times AB = FD \times GF$, dunque il punto H sarà al circolo, e sarà il generatore della cicloide DCI, che sarà toccata in C dalla retta ECA, essendo per la natura di tal curva EC parallela alla corda DH.

Che se HC sia maggiore, o minore dell'arco HLD, allora il punto F si dovrà determinare nella retta FC (arbitraria di lunghezza) talmente distante da C, di modo che la HC venghi a riuscire eguale al predetto arco DLH, il che se non altro trascendentemente si potrà ottenere, ed in pratica basterà anche di conoscerlo per punti e graficamente.

XLI.

Scolio. I. Dovendosi determinare il punto I alla base della cicloide o sia al cominciamento del Canale ICD, supponendo come di sopra AB di 50 once, BC di 137, sarà $FD = \frac{AB^3}{BC^2} = \frac{125000}{18769}$, ed $FH = \sqrt{GF \times FD} = (l. 1. 2620192) = 18$, onde $DG = 50 + \frac{125000}{18769} = \frac{1063450}{18769}$, e $GO = \frac{531725}{18769} = 28\frac{1}{2}$ ed essendo l'arco $DLH = FH + \frac{FH^3}{4GO^2} + \frac{3FH^5}{40GO^4} + ec. = 18 +$

$1\frac{1}{2}$ + ec. = $\frac{77}{4}$, onde GA = FH + HC + CB = 18 + $\frac{77}{4}$ + 137 = 174 in circa. Succeſſivamente la ragione del diametro alla circonferenza, eſſendo come 113 a 355; ſe ſi farà 113. 355 :: $\frac{1063450}{18769}$. $\frac{1063450 \times 355}{18769 \times 113}$, il di cui logar. 1.9508116 dà 89 proſſimamente, onde AI = AG — GI = 174 — 89 = 85, e di tante once il punto I avrebbe ad eſſer diſtante dal punto A. CAP. XIV.

XLII.

Scolio. II. Egli è per altro vero, che ſe noi condurremo l' acqua per l'orizontale AG ſino in I, quivi gionta, ſe ſarà laſciata in ſua libertà, eſſa in vece d'incamminarſi lungo il Canale cicloidale, formerà una Parabola, con la concavità verſo di AB, onde in tal guiſa non ſi verrebbe ad ottenere l'intento di farla diſcender nel tempo breviſſimo da I a C. Per ovviare al che, e per obbligar eſs'acqua a diſcendere, e calcare l'arco cicloidale IC, converrà per un terzo incirca chiudere eſſo Canale dalla parte della ruota, coſicchè venghi a riuſcire invece di un Canale aperto, una Gorna chiuſa. Potrebbe taluno qui ricercare, perchè piuttoſto la curva parabolica, che cerca la natura di formare, che la cicloidale che sfugge di deſcrivere, ſia quella del maggior momento, ſe l'acqua, come ogn'altra coſa naturale, proccura ſempre di produrre i ſuoi effetti per la ſtrada più compendioſa: Si riſponde, che nel deſcrivere la parabola, la natura non varia la legge coſtante della gravità, nè tampoco quella delle forze ſollecitanti, che pur eſſe in tal curva ſono coſtanti; dove per deſcrivere la cicloide, deve in ogni punto di eſſa variarle: nel primo modo opera la natura con la ſimplicità a lei dovuta; nel ſecondo l'arte ſuppliſce coll'alterare mediante queſta curva, in ogni punto il grado delle forze moventi: perchè coſpirino ad un maſſimo effetto.

XLIII.

Intendaſi EH*b* la ruota di un edificio; EF, HC, *bc* le palmette di eſſa ruota inſerte perpendicolarmente alla tangente di ogni punto H, *b* preſi a diſtanze eguali, e che prodotte paſſino per il centro O; CA ſia il canale retto inclinato, che porta l' ac- TAV. XI. Fig. 10.

CAP. XIV. acqua a ferire dette palmette, ovvero il cicloidale C*a*, coficchè l'angolo OCA fia retto, perchè l'acqua poſſa eſercitare ſopra della palmetta la più vigoroſa azione; S'intenda prodotta CH fino al centro O, e preſo il punto T, ove cader ſi ſuppone la velocità media dell'acqua della ſezione del Canale o Gorna, s'inalzi TI perpendicolare ad OEF orizontale; Sia inoltre un'altra ruota concentrica RD con la prima, benchè non nel medeſimo piano, ma in un altro a queſto parallelo, e reſti ben aſſicurata ſopra dell'aſſe o fuſo di eſſa, come appunto è quella de' Mulini chiamata volgarmente lo *ſcudo*. All'eſtremità del diametro orizontale RD penda il peſo P attaccato alla corda RP, e la forza dell'acqua raccolta contro del punto T ſia preciſamente tanta, quanta ſi ricerca, perchè il detto peſo reſti con eſſa forza in un perfetto equilibrio. Perchè dunque il centro dell'impreſſione ſuccede nel punto T del raggio OC, egli è lo ſteſſo, come ſe queſta forza veniſſe applicata perpendicolarmente contro il punto I del braccio della leva SOF, come reſta noto dalle meccaniche; così dicendo l'impreſſione *i* il peſo P = *p*; AB = *a*; BC = *x*; i triangoli ACB, OIT ſono ſimili, mentre ſe ſarà concepito, che il punto T cada in C, ſaranno gli angoli OCA, ECB retti, e levando il comune angolo ICA, reſterà l'angolo OCE eguale all'angolo ACB, e gli angoli in I e B ſono retti, ſarà perciò AC. AB :: OC. OI, e dicendo OC = *d*, ſarà $\sqrt{aa+xx}.\ a :: d.\ \frac{ad}{\sqrt{aa+xx}} = OI$, ed OD = *c*, onde per la ragion dell'equilibrio avremo $p.\ i :: \frac{ad}{\sqrt{aa+xx}}.\ c$, e l'equazione $p = \frac{aid}{c\sqrt{aa+xx}}$.

XLIV.

Valendo il peſo P lo ſteſſo che la reſiſtenza della ruota nel volgerſi intorno al proprio aſſe, ne proviene, che ſe nella formola precedente in vece dell'impreſſione connotata con la *i*, ſarà ſoſtituito il valore della medeſima indicato al numero X di queſto, ſarà pur cognita eſſa reſiſtenza, cioè $p = \frac{da}{c\sqrt{aa+xx}} \times e$

eya

cya, dicendo *ey* per lo numero XXX. la ſezione del canale, ed CAP. XIV.
a l'altezza, da cui cade l'acqua, onde ſi avrà $p = \frac{aadey}{c\sqrt{aa+xx}}$,
interpretandoſi poi *p* non per il peſo (come ſi è notato) ma per la reſiſtenza al muoverſi, ſe ſi ſarà talmente alzare o abbaſſare la portina, da cui eſce l'acqua per dar il moto alla ruota, onde la ſezione *ey* determini preciſamente la forza dell'acqua a reſtarſi in equilibrio con la detta reſiſtenza *p*, ſi ricaverà il valore di queſta, e quando foſſe alzata ancor maggiormente la *y*, o ſia la portina, valerà tal alzamento a dar maggior forza ſopra di detta reſiſtenza, ed a far rivolgere per conſeguenza con maggior celerità eſſa ruota. Lo ſteſſo ſi potrebbe ancor ottenere col ridur variabile la *e*, o ſia la larghezza del Canale, ma ciò porterebbe troppo imbarazzo per lo ſperimento, viene però qui conſiderata come ſolamente alterabile l'altezza *y* della ſezione, a motivo di bilanciarſi con la reſiſtenza, di cui ſi è detto, dovendoſi avvertire di regolar in modo l'uſcita dell'acqua dalla Gorna, che per pochiſſimo che veniſſe accreſciuta, ſubito la ruota riceveſſe, benchè tardamente il moto, acciocchè fra il poterſi, ed il non poterſi muovere ſi raccolga il vero proſſimo valore di *y*.

XLV.

Volendoſi lo ſperimento, per rilevare effettivamente, quanta ſia la reſiſtenza, che fa la macchina, riſpetto all'impreſſione dell'acqua, niuna altra coſa parmi più addattata, che come ſi è detto nel numero antecedente, accomodare l'alzamento della portina alla ſola altezza, che venghi a non muovere la ruota, ma che per poco, che ſia accreſciuta la detta altezza, poſſa, benchè tardiſſimamente, girare, il che quando ſucceda, ſi avrà aſſai da vicino il valore della reazione, che ſoffre l'acqua a cauſa delle reſiſtenze della macchina. Si ſupponga dunque, che ſia aperta la portina in modo che cadendo l'acqua per la gorna AC, non faccia in queſta maggior altezza di once 2, onde ſarà $y=2$; Sia $a=50$, $d=78$, $e=12$, $c=30$; ed $x=137$, e per tanto la formola del numero antecedente diverrà $p=\frac{509\times78\times12\times2}{30\sqrt{21269}}=1346$, e tanto valeranno le reſiſtenze della macchina, quando reſtino con la detta forza in equili-

CAP. XIV. brio nella ſuppoſizione de' predetti diametri della ruota, dello ſcudo e dell'altezza dell'acqua, che a muovere diſcende: poſto il che, ſe ſi concepirà poter variarſi o i diametri delle ruote, o l'altezza dell'acqua, o l'inclinazione del piano, per ſapere in tal caſo l'altezza da darſi all'acqua nel Canale, perchè ſi ottenghi in altre circoſtanze il predetto equilibrio, ſarà a norma della prima oſſervazione che chiameremo radicale $y = \frac{1346c\sqrt{aa+xx}}{aade}$.

XLVI.

Rilevata che ſia la preciſa reſiſtenza di una ruota per reggere e contrapporſi a' ſforzi dell'acqua, ſia adeſſo da indagare la forza con cui l'acqua gli può dare una determinata velocità dentro un dato periodo di tempo: Sarà queſta, quando reſtino invariati i diametri delle ruote, l'altezza dell'acqua ed inclinazione del Canale, come $\frac{aadcy}{c\sqrt{aa+xx}} - 1346$, ſe queſt' ultimo numero faceva l'equilibrio, e ſe l'altro eſprime la forza da eſercitarſi dall'acqua contro delle palmette: ovvero perchè nella ſuppoſta ſperienza, y fu fatto eguale a 2, e adeſſo ſi deve laſciar indeterminato per abbracciare tutti i caſi poſſibili, ſarà come $673y - 1346 = \frac{1}{2}y - 1 = \frac{y-2}{2}$ eguale alla ricercata forza d' impreſſione.

Suppongaſi poi di averſi oſſervato, che alzata la paratora per once due di più di quello era nel caſo della ſperienza, faccia cinque giri in un minuto primo d'ora, ſarà l'analogia 2. $5g$ :: (cioè cinque giri, dinotando la lettera g il giro, e non già quantità alcuna) $\frac{y-2}{2}$, ng (dicendo ng il numero delle rivoluzioni, che ſi faranno dentro del medeſimo tempo, alzando la paratora ad $\frac{y-2}{2}$) onde ſi ricava $y = \frac{4ng+10g}{5g}$.

XLVII.

Scolio. Supponiamo di volere, che la noſtra ruota faccia in un minuto primo, dieci rivoluzioni, ſarà dunque $n = 10$, ed y di-

diverrà $\frac{10}{1} = 10$, ma nell' altezza della paratora di once due, la ruota per l'osservazione non si muoveva, per tanto converrà crescere once 8 di apertura per ottenersi i predetti dieci giri dentro il periodo di quel dato tempo. Parimenti se sole otto rivoluzioni si volessero in un minuto primo sarà $y = 8\frac{2}{5}$, e per conseguenza levandosi once 6 e due quinti di più delle once due la paratora, farà la ruota le ricercate otto rivoluzioni. CAP. XIV.

Vicendevolmente se data l'altezza della paratora dalla soglia, si vorrà sapere quante rivoluzioni sia per fare la ruota dentro il tempo dato v. gr. di un minuto, sarà $n = \frac{5gy - 10g}{4g}$, supponendo cioè n incognita ed y cognita. Sia per esempio $y = 9$, cioè sia levata la paratora più delle due once necessarie per l'equilibrio fra la forza, e le resistenze, once 7, sarà sostituendo il numero di 9, $n = \frac{11}{4} = 8\frac{3}{4}$, cosicchè per tal altezza farà in un minuto primo otto rivoluzioni e tre quarti, e se $y = 7$ sarà $n = \frac{11}{4}$ cioè il numero delle rivoluzioni sarà $6\frac{3}{4}$.

XLVIII.

Siano da trovarsi i vantaggi e facilità, che danno le ruote, timpani, e rocchelli per muovere i pesi: La ruota CBE, un'altra ne porti CAD concentrica, da cui penda il peso R, e dalla più grande il peso P, cosicchè questo faccia la figura di forza movente, e quello di resistenza. E' manifesto che quando stiano essi in equilibrio sarà P. R :: CA. CB, onde $R = \frac{P \times CB}{CA}$, che però quanto minore sarà CA o sia il raggio della piccola ruota o timpano FAD, tanto più facilmente sarà superata la resistenza, sminuendosi questa allo sminuirsi del raggio CA. Intendasi poi tolto il detto equilibrio fra la forza e la resistenza, di modochè quella prevalga a questa, e sia ridotto il punto della ruota, che era nell'orizontale FB ad essere in D, nel qual movimento si sono descritti gli archi simili BE, AD, i quali saranno come le strade fatte dalla forza e dalla resistenza antedetta, cioè come le P*p*, R*r*, e queste strade saranno parimenti come i raggi respettivi, di modo che anche allora, che un intiero giro sarà compito, la lunghezza di questo nella ruota maggiore BC, alla lunghezza di quello nell'altra ruota AD, sarà come i rag- TAV. XI. Fig. 11.

CAP. XV.

gi, e nel medesimo tempo compiendosi le dette rivoluzioni, saranno anche fra di loro come le velocità, e queste come i detti raggi, cioè la velocità della maggiore, a quella della minore come CB a CA, oppure come GB a FA.

XLIX.

Nel girarsi delle ruote concentriche CAD, CBE due cose contrarie pare che succedano, la prima che il moto della CAD è più veloce a misura che CA è maggiore, la seconda che la facilità del vincere la resistenza e del vieppiù animar l'edificio, si ottiene quanto più CA è minore di CB, come dal precedente numero agevolmente si può rilevare. Per aversi dunque e il maggiore possibile moto, e la maggior facilità converrà che CA sia eguale alla metà in circa di CB, temperandosi in tal lunghezza di raggi le predette due azioni vicendevolmente coll'accrescersi il moto, senza perdersi il vantaggio di vincere nel miglior modo possibile la resistenza; contuttociò nel stabilire il diametro della ruota CAD rispetto a quello della CBE, devesi oltre alla detta regola aver riguardo alla forza destinata a muovere la macchina, essendochè se scarsa sia, converrà tener il timpano di minor diametro, e se abbondante, di maggiore.

L.

Scolio. Vittorio Zonca Ingegnere Padovano di non oscuro nome nel principio del Secolo XVII. nel suo Trattato, che intitola *Teatro delle Macchine*, determina per i Mulini fabbricati sopra de' Sandòni, che sono due Barcòni che sostengono l' Edificio del Mulino collocati nella corrente di un fiume come Pò, Adige, o qualunque altro fiume di molta larghezza, e di molte acque, determina dico per questi, che il diametro della maggior ruota sia di 12 in 14 piedi Veneti, e quello del timpano CAD di piedi 5 once 3. E ne' Mulini, che e' chiama Terragni, quelli cioè che stanno fabbricati in terra, ed hanno il moto da' condotti particolari tirati a posta per il giuoco dell'edificio, vuole il diametro della ruota grande come sopra, ma allo scudo o timpano dà il diametro di cinque in sei piedi; in quelli poi, detti a *coppa*, o *copedello*, fa la ruota di 16 in 20 piedi di diametro; lo scudo di sette e mezzo. Dal che apparisce, che come

in

in queſte miſure vi è la ſua latitudine, così convien laſciar in libertà l'Ingegnere di adattarle al biſogno ed alle circoſtanze; come avrà poſcia ad uſar molta diligenza nella ſcelta de' legnami, e nella perfetta conformazione di tutte le parti dell' edificio, perchè i tanti impedimenti che naſcono dalla conneſſione di tanti materiali, reſiſtino al moto il meno che ſia poſſibile. CAP. XIV.

L I.

Sia da inveſtigare il valore che ha la potenza, ſopra della reſiſtenza in una macchina a ruote combinate in varie guiſe, come per eſempio in quella XC, che debba eſſer moſſa dall' acqua, la qual ruota ne abbia una concentrica e ſtabile BF, e queſta facendoſi dentata nella ſua circonferenza, ne muova un' altra FYS pur dentata, la quale ne abbia un' altra concentrica DM, che ſeco lei ſtabilmente giri; Se queſta ſarà dentata, e ne muova un' altra parimenti dentata MZ, a cui ſia affiſſo il timpano S, dal quale dipenda il peſo V, ſarà la potenza per girare A alla reſiſtenza V nella ragione compoſta della diretta dell' impreſſione che farà l'acqua ſopra della palmetta di detta ruota XC, e di ciaſcuno de' raggi delle ruote maggiori, e reciproca di ciaſcun raggio delle minori, o ſiano di quelle concentriche, che con le maggiori contemporaneamente ſi girano, e ciò qualunque ſia il numero di eſſe ruote, che nel caſo preſente ſi vogliono ſupporre tre maggiori, ed altrettante minori concentriche; Si dica P l' impulſione dell'acqua che ſi fa ſulla prima per porla in movimento; R ſia la reſiſtenza che proverà in movendoſi la ruota BF, che fa la figura di timpano, che ne' Mulini ſi direbbe, lo ſcudo; Sarà dunque, ſecondo i principj della Statica, P. R :: BA. AC ed $R = \frac{P \times AC}{BA}$ il qual valore riſpetto al moto della ruota FY deve conſiderarſi come la potenza riſpetto all'altra ruota da muoverſi, e ſia Q la reſiſtenza che ha eſſa ruota, onde l'analogia $\frac{P \times AC}{BA} : Q :: ED. DF$ e l'equazione $Q \times ED \times AB = P \times AC \times DF$ e $Q = \frac{P \times AC \times DF}{ED \times AB}$. Parimenti queſto valore riſpetto alla ruota MZ dev' eſſer conſiderato come la potenza che TAV. XI. Fig. 12.

CAP. XIV. che muover deve la terza ruota, e sarà perciò l' analogia $\frac{P \times AC \times DF}{ED \times AB} \cdot V$ (dicendo V la resistenza del Timpano TS) :: TS. MS, quindi finalmente si ricaverà $V = \frac{P \times MS \times DE \times AC}{TS \times ED \times AB}$, ed in tal modo per qualunque altra ruota che vi fosse, ma MS, DF, AC sono i raggi delle ruote maggiori, e TS, ED, AB quelli delle minori, dunque &c. in oltre perchè i raggi stanno come i diametri, e questi come le periferie, sarà pertanto la detta resistenza ancora nella ragione composta delle periferie delle ruote maggiori direttamente, e dell' impulsione dell' acqua, e reciprocamente come le periferie delle ruote minori, e così per qualunque combinazione di numero di ruote.

LII.

Tra le bisogna delle macchine, una delle più considerabili si è quella di accelerare il moto dell' intima ruota, e renderlo più veloce, come in grazia di esempio ne' Mulini, ne' quali si deve ridurre la mola ad un moto sì celere, che vaglia a ben triturare il grano, altrimenti molto imperfetto sarebbe esso Mulino. Ne daremo l'artificio, descrivendolo sopra di un solo piano, abbenchè realmente star debba sopra diversi, non potendosi in altro miglior modo esporre un tal meccanismo. Sia HD la ruota che l'acqua o qualunque altra forza animata, o inanimata muover deve, e faccia questa dentro un determinato tempo un certo numero di rivoluzioni cioè *ng* (esprimendo *g* i giri, non quantità alcuna) ed altrettante, com'è noto, ne farà il suo timpano o scudo AG, fermamente annesso a detta ruota: sia condotta CABD dal centro alla circonferenza, e sia da ritrovarsi il raggio BI, tale, che descrivendosi il circolo AI, e questo facendolo dentato, come altresì dentato il timpano AG, ovvero questo dentato ed AI con bracciuoli a modo di un rocchello, secondo all'uso ordinario: faccia questo circolo AI i giri *mg* nel medesimo tempo che GA farà i giri *ng*. Perchè dunque le rivoluzioni delle ruote piantate in varj centri, sono come le vie corse, ovvero come i diametri o raggi reciprocamente; pertanto se si farà *ng*. *mg* :: BI. CA farà $BI = \frac{ng \times CA}{mg}$ formola, che dinoterà

TAV. XI. Fig. 13.

terà la larghezza da darſi al raggio ricercato perchè la ruota AI faccia i giri *mg* nel tempo ſteſſo che la ſua corriſpondente GA farà i giri *ng*. CAP. XIV.

LIII.

Scolio I. Faccia la ruota girata dall' acqua dieci rivoluzioni in un dato tempo, e ſi ricerchi il diametro del Rocchello BI perchè nel medeſimo tempo egli ne faccia 80, ſarà pertanto $ng = 10$; $mg = 80$, e ſia CA il diametro del timpano; i di cui giri ſono appunto tanti, quanti quelli della ruota maggiore HD, il di cui raggio CD; Sia CA di once 30, ſarà $BI = \frac{30 \times 10}{80} = 3\frac{1}{4}$ onde tutto il diametro di eſſo Rocchello ſi dovrebbe fare di once $7\frac{1}{2}$. Che ſe dato BC ſi ricercaſſe il numero delle rivoluzioni del Rocchello, allora ſarà la formola $mg = \frac{ng \times CA}{BI}$; ſia $BI = 6$ ed il rimanente come ſopra, ſarà $mg = \frac{10 \times 30}{6} = 50$, vale a dire, che eſſo Rocchello con quel tal diametro, ſuppoſta la ruota o timpano girarſi dieci volte in un minuto primo, farebbe 50 rivoluzioni.

LIV.

Scolio II. La propoſizione eſpreſſa nel numero antecedente per determinare i diametri de' Rocchelli, com'è puramente teorica conſiderandoſi i perimetri delle ruote, e la proporzione de' loro raggi, così ſarà di molto profitto il ridurla alla pratica, coll'indicare il numero de' denti ſoliti inſerirſi ne' timpani, e quello de' bracciuoli, che il rocchello coſtituiſcono, e perchè pare aſſai a propoſito la determinazione, che ſopra alle macchine fa il Zonca predetto, traſcriverò quì il preciſo di lui ſentimento, regiſtrato a carte 16. dic'egli: *Dall'altro capo del Melo vi è il ſuo ſcudo o timpano, che ſi dica, di cinque piedi ed un quarto di diametro compartito da 54 denti, & è da por mente, che volendoſi far girar la mazole a mano deſtra, ſi come è l'uſo comune, & che il movimento della ruota, il corſo dell' acqua, la faceſſe girar a ſiniſtra, in queſto caſo ſi mettono i denti dello ſcudo, che guardino verſo la ruota & il Rocchello, ovvero Inzegnon ſarà collocato fra lo ſcudo e la ruota, & eſſo haverà ſei tacche. Li denti delli ſcudi,*

CAP. XIV. *di, & le tacche de' rocchelli ſi coſtumano compartir in tre maniere, ſecondo la diverſità de' luochi, cioè ſi compartono in* 48 *in* 54 *& in* 60, *& i rocchelli in* 6 *in* 9 *& in* 12 *tacche, & in tal numero, che ſiano miſurate dal numero di denti delli ſcudi. Ma quelli Timpani di* 60 *ſi faranno in occaſion che la ruota non haveſſe acqua a baſtanza, & all' incontro, ſe vi ſarà gran copia di acqua ſi muterà il Rocchello in un altro di maggior numero di tacche, & così con queſto ordine ſi accreſceranno, & minuiranno le forze ſecondo le occaſioni &c.*

Dovendo poi aver la propria fermezza tanto i denti del timpano, che quelli de' bracciuoli o tacche del Rocchello, quando ſi dice di compartirli con maggior numero di denti, è da intenderſi il farlo in modo, coſicchè poſſino reggere alla violenza del moto; parerebbe per altro, che accreſcendo il numero de' denti, con il diametro del timpano, ſi veniſſe anzi a render minore il moto, ſecondo a quanto ſi è detto al numero XLVIII di queſto, e che perciò non ſi poteſſe verificare ciò che il Zonca afferma, cioè, che la diviſione di 60 ſi faccia in caſo di ſcarſezza di acqua, ma ciò deveſi intendere perchè allora ſi ha molto più ad ingrandire anco i diametri delle ruote che ſono immediatemente percoſſe dall' acqua, onde la reſiſtenza potrà ancora facilmente eſſer ſuperata.

L V.

Scolio III. Sebbene i comparti per le ruote degli edificj fatti ſecondo a ciò che inſegna il detto Autore, ſiano molto a propoſito, non è però, ch' eſſi ſiano i ſoli che poſſino o debbano adoperarſi per le diviſioni de' timpani, e de' Rocchelli, potendoſi queſti variare in molte guiſe, baſtando perchè il moto ſucceda, che il numero de' bracciuoli del Rocchello, divida ſenza frazione quello de' denti del timpano, com' è ſtato notato; onde ſenza biſogno di fiſſarſi alli detti tre numeri di denti 48, 54 e 60, ſe ne poſſono prendere altri e minori di 48, e maggiori di 60, quando però abbiaſi in rifleſſo che il numero non ſia troppo baſſo, onde il Rocchello rieſca o di troppo minuto diametro, o di troppo grande; riguarda il primo la conſiſtenza nel formarlo forte; il ſecondo la tardità, a cui anderebbe ſoggetto il di lui moto, mentre quanto maggiore, meno di fiate girerebbe nel tempo dato. Si potrebbe pertanto ſtabilire il minor numero de' denti dello ſcudo

do 40, e del Rocchello 5, meno atti essendo 8 e 10 che misurano il detto numero 40, come che dove il 5 fa girare esso Rocchello 8 volte nel tempo che lo scudo ne gira una, l' 8 non lo farebbe girare che 5, ed il 10 solo 4, cioè la metà della divisione fatta dal 5. Il massimo numero de' denti potrebbesi stabilire di 108 con 9 bracciuoli per il Rocchello, e girerebbe 12 volte nel mentre che il timpano una volta girasse, ma il tardo moto delle ruote e maestra e del timpano a causa del gran diametro per un tal comparto, non darebbe per avventura tanta velocità, quanta ne ricercherebbe il bisogno, nè vi essendo altri numeri sotto il 9 se non il 6, ed il tre che dividano 108, e tal numero di bracciuoli essendo il primo poco a proposito, ed il secondo del tutto inadattato al bisogno della macchina, per non dar fortezza opportuna, nè modo a' bracciuoli di riscuotersi con facilità da' denti, sarebbe il numero 9 il solo capace della ricercata divisione. Da tutto ciò chiaramente ricavasi, che come le massime generali possono indicarsi nel proposito delle macchine, così non possono stabilirsi quelle regole particolari, che siano a portata di tutti i casi, per fare il che si ricerca molto discernimento nell' Architetto, destinato a sopraintendere alla costruzione delle macchine. CAP. XIV.

LVI.

Lemma I. Se sarà una leva CV rigida, il cui appoggio C da una delle sue estremità, e dall'altra V gli sovrasti il peso V; se s' intenderà in questo punto pressata da esso peso V, ed in qualsivoglia punto A, mediante la troclea B, a cui resta raccommandato il peso *p*, resti esso punto tirato verso B, dove la potenza V agisce in contrario senso del peso *p*, succederà sempre l'equilibrio fra queste due potenze, ogniqualvolta sia l'analogia CV. CA :: *p*. V, com'è ben noto per la Statica, e per i principj generali della scienza delle forze applicate alle macchine. E perchè quì si suppone il punto A variabile per tutta la leva CV, pertanto ad oggetto che succeda l' equilibrio fra la detta potenza V, che agisce sopra il braccio dato e costante CV, ed il detto peso, dovrà questo considerarsi variabile, vale a dire, accrescerlo a misura, che si accosta a C, e diminuirlo a norma, che da esso punto C si allontana, onde la medesima forza o pressione V, potrà sollevare maggior peso, quanto CA è minore, e mi- TAV. XI. Fig. 14.

CAP. XIV. nor peso potrà alzare secondo che CA fosse maggiore, fino a tanto che cadendo il punto A in V, il peso *p* dovrà precisamente esser eguale alla potenza V, ed allora la leva niente ajuterà la forza movente.

LVII.

TAV. XI. Fig. 15. Tali potenze però, distanze dall'appoggio, e momenti si possono rappresentare per le ordinate di una iperbola fra gli asintoti, cosicchè quando s'intenda CV eguale alla distanza della forza motrice all'appoggio, se dal punto V si ergerà la perpendicolare VF eguale alla potenza V, e dal punto C s'inalzerà CD parallela ad FV, e sia descritta l'iperbola Appolloniana GF, succederà che inalzandosi da qualunque punto A la AG, rappresenterà questa il peso, da appendersi dal punto A nella distanza CA della figura del numero precedente dall'appoggio, acciocchè con la potenza V formi l'equilibrio, dimodocchè per poco ch'essa potenza venghi accresciuta ovvero AG diminuita, oppure la distanza CA, o si aumenti la CV, verrà esso peso mosso, il che tutto si ritrae dall'eguaglianza, che per la natura dell'iperbola corre fra i rettangoli CV × FV e CA × GA, che rappresentano i momenti.

Corollario. Nasce da ciò, che CA non può esser maggiore di CV, e che facendo CA = o, una potenza finita FV potrebbe equilibrarsi con un peso infinito, essendocchè in tal caso AG diverrebbe infinita; ed il peso infinito graviterebbe sopra lo stesso appoggio.

LVIII.

TAV. XI. Fig. 16. *Lemma II.* Volendosi poi l'equilibrio quando venghi posto il peso *p* di là dall'appoggio rispetto all'estremità V, allora esso peso *p* in vece di tirare superiormente la leva, la premerà come in A, e sussisterà la medesima analogia, e l'eguaglianza de' momenti CV × V = AC × *p*, onde per la costruzione di questo caso sia la VA prodotta dalla parte di A fino in R, cosicchè CR = CV = *a*, e fatta R*f* = V sia descritta l'iperbola *gf* fra gli asintoti DC, CR com'è stata descritta l'altra GF, e questa *gf* rappresenterà per le *ag* tutti i pesi nelle distanze C*a*, come AG rappresenta i pesi nelle distanze CA; posta però una data e costante forza FV applicata in V, tutte le GA ovvero *ga* dinoteranno i pesi che gli saranno applicati nelle respettive distanze CA, C*a*, tanto essendo che l'appoggio si trovi di là dalle due potenze, che fra l'una e l'altra.

Fig. 17.

Sia

CAP. XIV. TAV. XI.

LIX.

Sia la ruota di un edificio SEB, il di cui centro C, le palmette contro le quali ferisce l'acqua siano fra le molte altre delle quali dapertutto va essa armata, *Ss*, N*n*, RE, LF, PG, *b*B &c, Fig. 18. e l'acqua cada normalmente contro di CG, attesa l'inclinazione del canale GX; Sia condotta GV perpendicolare all'orizontale SCB, è manifesto che CV sarà il braccio della leva CB, a cui resterà applicata la potenza per muovere la ruota. Si figuri poscia questa ruota immersa nell'acqua stagnante NG per tutta l'altezza della palmetta HE, di quella cioè che riesce a piombo col centro C; sia da ricercarsi la resistenza che ritroverà al proprio moto per un tal impedimento, ovvero, il ch' è lo stesso, sia da trovarsi qual peso fosse da aggiongersi al timpano, oltre quello che rileva nel suo moto naturale, ed allora che la ruota niuna resistenza di acqua NG incontrasse. Siano condotti li raggi CF, CE, C*f*, CN, entrando dunque nell'acqua (che supporremo morta, come supporremo la ruota mossa da un'altra potenza eguale a quella che imprimer gli potesse l'urto, come l'acqua corrente) stagnante la palmetta al punto G, viene obbligata dalla forza con cui è mossa a penetrare successivamente verso E, poi verso N, di modo che arriverà prima al sito OF, poi ad HE, indi ad *fo*, N*n*, al qual termine pervenuta, uscirà dalla medesima il punto G, e la massima immersione succederà nella perpendicolare HE, e sarà sempre maggiore HE di OF, e di tutte le altre porzioni delle palmette immerse. Dal punto F sia condotta FA perpendicolare ad SB. Pare ragionevole il supporsi che il resistere, che ad OF sarà l'acqua stagnante, esser debba come TF parte immersa, cioè secondo al seno del complemento dell'angolo d'inclinazione della palmetta rispetto alla perpendicolare CE, onde la TF può esser presa come il peso con cui la leva CV restarebbe spinta in su al punto A, ovvero essa TF dinoterà la potenza eguale alla resistenza dell'acqua nella positura OF della palmetta che solleverà il braccio CV, il di cui appoggio C: Così parimenti, allorchè la palmetta sia oltre di HE, come in *fo*, condotta la *af*, una forza eguale a *tf* premerà la leva VC*a* nel punto *a* in senso contrario di quello faceva la TF nel punto A, onde resta verificato nella ruota così immersa, quanto si è esposto ne' due Lemmi precedenti circa alle leve, ed a' pesi variabili in distanze pur variabili applicati ad esse leve mosse da forze costanti.

CAP. XIV.

LX.

Perchè nel giro delle ruote per la forza dell'acqua che urta in G la palmetta LF, allorchè trovasi nel sito F, la sua corrispondente sta nel sito *of*, pertanto i pesi, o siano le resistenze omologhe FT, *ft* agiscono nel medesimo tempo, come pure tutte quelle contenute in HEG operano contemporaneamente con tutte quelle contenute in NEH, onde il centro dell'azione di tutte insieme sarà nella linea CE: E se ben vi si attende, egli è lo stesso il concepire la resistenza al moto per l'immersione della ruota nell'acqua stagnante NG, o sia, come viene volgarmente detto *per lo sguazzo della ruota*, come se questa fosse altrettanto grieve di quanto porta il peso dell'acqua contenuto nel mistilineo NEGHN; quindi dato il punto H si darà ancora questo solido, e sapendosi il peso di un'oncia cubica di acqua si saprà ancora il peso di tutta l'acqua che resiste, dentro dello spazio formato dal detto mistilineo NEGHN, cosicchè dicendo *c* la larghezza della palmetta della ruota, $EH = x$, $CE = a$ essendo $HG = \sqrt{2ax - xx}$ sarà esso solido acqueo $= a + \frac{2ax - xx}{6a} + \frac{3 \times \overline{2ax - xx}^2}{40a^3} + \&c.$ $- \overline{a - x} \times c \sqrt{2ax - xx}$, e sarà la formola generale fino che EH o è minore o eguale ad RE. Che se EH sia maggiore di ER allora converrebbe levare dalla quantità suddetta il mistilineo compreso dall'orizonte dell'acqua stagnante, e dall'arco corrispondente *n*RLP, non resistendo altro che l'acqua, in cui sono immerse le palmette, e non già tutto il corpo di ess'acqua, nella quale è immersa la ruota: In tali circostanze sarebbe d'uopo applicare il canale XG più alto, ed in maniera che l'acqua discendente rimanesse franca ed immune dall'annegamento, altrimenti molto si verrebbe a perdere dell'energia della caduta che resterebbe in molta parte tolta dall'acqua stagnante; tal applicazione però di forza, sarà sempre da farsi a livello in circa della piena, che può arrivare all'acqua inferiormente all'edificio, e sopra tal punto di applicazione si dovrà poi regolare l'inclinazione del canale.

Connec-

CAP. XIV.

LXI.

Comecchè dunque tutte le TF rappresentanti i pesi o resistenze respettivamente a' punti corrispondenti A, molto meno decrescono di quello fanno le ordinate dell'iperbola, che si è considerata a' numeri LVII. e LVIII di questo, così la potenza V sarà in stato di molto più valere rispetto ad esse, e dove faceva l' equilibrio nella reciproca delle distanze, non lo farà con le medesime, ma potrà, o non accrescendosi muoverle, o pur accrescendosi, tanto più sopra di quelle prevalere. Può V secondo a quanto ivi fu dimostrato, allorchè ha da muovere il peso HF, ch'è il massimo fra G ed N, farlo anco, se questo fosse infinito, onde tanto più fare lo potrà quando, come succede in questo caso, in vece che esso peso sia infinito, non sia che come HE finita. Tutte queste facilità però non è che contraponghino alla molta resistenza, che per l'immersione o *sguazzo* può risentire il movimento della ruota, dovendosi molto calcolare, che al peso ordinario di essa venghi aggionto virtualmente un peso come è il solido NEGN molto grieve e resistente. Uno sperimento farà conoscere quanto rilevino questi impedimenti. Si dia lo *sguazzo* alla ruota da prima fino in *b*, il che si potrà ben fare o con l'arte, ovvero attendendo dal tempo che tale si rendi l'immersione, si calcoli il solido *f*EF*f*, riducendosi al numero del peso dell'acqua, indi osservisi le rivoluzioni, che farà per fare la ruota in un determinato tempo, e siano queste espresse per *mg* (in cui *g* dinota come ne' numeri antecedenti il giro, non quantità alcuna) dipoi si attenda l'opportunità, che essa ruota abbia l'immersione maggiore della prima EH, e si calcoli come sopra il valore di tal *sguazzo*, notandosi parimenti le rivoluzioni che farà dentro del medesimo periodo di tempo, e siano *ng*, La differenza de' solidi N*f b*FG sia Q^3, e facciasi Q^3. $ng - mg :: Solid.$ NEGN. $\frac{ng-mg \times Solid.\,NEGN}{Q^3}$ quantità, che dinoterà le rivoluzioni perdute nel caso della maggior immersione.

LXII.

TAV. XI. Fig. 19.

Siano due ruote CEG, FMH poste alla medesima altezza dalla superficie dell' acqua FH, cioè col centro nel medesimo punto

CAP. XIV.

punto C, e che abbiano l'immersione o *sguazzo*, la grande quanto è DM, la più piccola quanto è DI, avranno queste eguali difficoltà a muoversi per tale impedimento, purchè siano mosse da forze eguali, ed abbino eguali palmette per ricevere l'impressione dell'acqua. Si chiami CD = x; CK = b, CI = a, CL = d, CM = c, sarà KI = $a-b=c-d$ per la suppoſizione dell'eguaglianza delle palmette, e per la natura del circolo essendo DG = $\sqrt{aa-xx}$ = Ca, e DH = $\sqrt{cc-xx}$ = CA; l'arco GI = s, e l'arco HM = t, sarà l'arco KN = , $\frac{bs}{a}$, e l'arco LO = $\frac{dt}{c}$, onde la porzione della zona KNGI = $\frac{s}{2a} \times \overline{aa-bb}$, e la porzione della zona dell'altra ruota HOLM = $\frac{t}{2c} \times \overline{cc-dd}$, e come che queste zone rappresentano le forze che resistono per lo *sguazzo* al moto della ruota, così si potrà concepire, che tal forza sia respettivamente applicata in R, r ec., come la forza dell'acqua corrente è applicata in G ed H e sempre costante ed eguale, che si dica u. Saranno dunque per l'equilibrio queste due analogie $\frac{s}{2a} \times \overline{aa-bb}. u :: \sqrt{\overline{aa-xx}}$. CR e $\frac{t}{2c} \times \overline{cc-dd}. u :: \sqrt{\overline{cc-xx}}$. Cr ovvero $\sqrt{\overline{aa-xx}}. \sqrt{\overline{cc-xx}} ::$ CR $\times \frac{s}{2a} \times \overline{aa-bb}$. Cr $\times \frac{t}{2c} \times \overline{cc-dd}$, vale a dire momento a momento, come respettivamente le distanze Ca. CA, onde quanto maggiore è CA di Ca, tanto anche è maggiore il momento o lo *sguazzo* in MH di quello sia in IG. Niuna facilità dunque può dare agli edificj, che hanno lo *sguazzo*, l'accrescere per rimediarvi, il diametro delle ruote, quando il centro C de' fusi sia conservato nel medesimo sito, anzi per l'opposto, portando il maggior diametro maggior tardità di moto, ne nasce, che anco in parità delle dette resistenze, meno servirebbe la maggiore, che la minore ruota, se pure non si volessero variati tutti i comparti de' denti, ed altre circostanze.

Sia

LXIII.

CAP. XIV.

Sia da alzarsi il centro del fuso, o asse C al punto G, di maniera che la ruota grande HFQ abbia la stessa immersione della minore MEL, purchè le palmette di entrambi le dette ruote sianno eguali, e si supponghino i centri G e C nella medesima verticale FG; s'intendano condotte le LA, KI perpendicolari a CB, GH, ed i raggi GK, GQ, CM, CL; si chiamino $CD = x$; $GC = y$, sarà $GD = x + y = z$; $GE = d$, $CL = a$; EL arco $= s$; L'arco FK $= t$; $GF = c$ sarà per la natura del circolo $DL = \sqrt{aa - xx}$, e $DK = \sqrt{cc - zz}$. Nascendo poi, come consta da' numeri precedenti, tutto l'impedimento per l'immersione, dal peso dell'acqua in cui stanno profondate le ruote, nulla contribuendo a ciò, per l'antecedente numero, o il minore o il maggiore diametro, per tanto ogni qualvolta le zone immerse siano eguali, avrà la maggior ruota precisamente tanta resistenza per lo sguazzo, al moto, quanto la minore, essendo però la zona della ruota minore $\frac{aa - bb}{2a} s$, e quella della maggiore $\frac{cc - dd}{2c} t$ sarà l'equazione $\frac{aa - bb \times s}{2a} = \frac{cc - dd \times t}{2c}$ ovvero $t = \frac{cs \times aa - bb}{a \times cc - dd}$ onde dato l'arco s, non potrà non esser noto anco l'arco t e per conseguenza, ove cader debba il punto K, avuto il quale sarà dato ancora il di lui seno retto DK, ed essendo dato anco il raggio della ruota GK sarà nota la $DG = \sqrt{GK^2 - DK^2} = z = x + y$, ovvero $y = z - x$; essendo però note le quantità GD, DF; z, x, sarà nota ancora $CG = y$, e per conseguenza il sito ove collocare il centro della ruota maggiore. *q. e. i.*

Tav. XI. Fig. 20.

XLIV.

Scolio. Sia $GE = c = 8$; $GO = 7 = d$; $CF = a = 5$; $CO = b = 4$; $s = 30$ gradi, onde fatto il calcolo si trova $t = 28°. 48'$ per l'arco FK della ruota maggiore; Si faccia come il seno tutto 10000000. 8 :: *Sen.* 28°. 48'. $DK = 3 \frac{8540296}{10000000}$ = piedi 3 once 10, e però $GD = \sqrt{GK^2 - DK^2}$ sarà $= \sqrt{7100}$ = once 84 prossi-

CAP. XIV. proſſimamente, onde GD=84=$x+y$, ma x è il ſeno verſo dell' arco di gradi 30 per la ſuppoſizione, cioè 8660000, per tanto ſe ſi farà come 10000000 ſeno tutto ad once 60 raggio della ruota minore, così il predetto numero 8660000 al quarto; ſarà queſto il ſeno verſo in once, $51\frac{48}{100}$ o diciamo once 52=x, e per tanto GD=84=52+y, ovvero y=32 proſſimamente; Se dunque ſarà alzata la ruota maggiore per once 32, o piedi 2 ed once 8, eſſa incontrerà la medeſima reſiſtenza per lo *ſguazzo*, che averà la minore, col vantaggio, che ſarà moſſo l'edificio con un raggio maggiore, e per conſeguenza con maggior facilità, abbenchè con qualche maggior tardità ne' ſuoi giri, atteſa la maggior periferia di eſſa ruota.

LXV.

Coroll. La GI però o ſia il braccio della leva, abbenchè ſempre maggiore di CA, ſarà però ſempre minore della leva, che eſſa ruota maggiore formerebbe, ſe i due centri cadeſſero nel medeſimo punto, ſecondo al ſenſo del numero LXII.

APPENDICE
AL
CAPITOLO DECIMOQUARTO.

Intorno alla maggior perfezione delle Macchine mosse dall' Acqua.

I.

1. NOi abbiamo nel passato Capitolo XIV. fatte varie considerazioni sopra le macchine, che vengono mosse dalle acque correnti, ma se ben vi si riflette, piuttosto in relazione alle resistenze, che esse soffrono nel muoversi, alle varie combinazioni delle ruote, che le compongono, e sopra tutto al modo più facile da imprimer loro il moto per animarle, giacchè la parte, che riguarda l'attuale movimento delle medesime, la loro perfezione, ed il conoscere quando producano il maggiore effetto possibile, è stata già trattata e resa pubblica prima di adesso non che dal Mariotte, dal De la Hire, e da M. Parent; ma non ha molto che M. Pitot l'ha ridotta ne' varj schediasmi registrati nelle memorie della Reale Accademia di Francia a norma de' stabiliti suoi principj a quel grado di chiarezza e di universalità, che dovevasi attendere dalla cognizione di un sì Celebre Matematico. Nè M. Bellidor ha tralasciato di promoverla, sì nel riferire e ridurre a calcolo quanto in passato da' predetti nobilissimi Autori era stato prodotto sì nel descriverci nella sua *Idraulica Architettura* tuttociò che può desiderarsi circa all'organizazione delle macchine, e di quelle in specie destinate al comodo dell'umana vita, e con molta lode alle di lui meditazioni ha unito, ed il calcolo e la pratica, perchè ognuno se ne possa servire e con piacere e con profitto. Quindi ci basterà in questa Appendice sulle tracce de' lodati Autori di accennare brevemente le idee, che hanno avute, e farvi sopra qualche considerazione a maggior lume ed incremento di una materia cotanto necessaria.

Appendice al CAP. XIV.

2. Rilevasi da quanto ha pubblicato M. Pitot nel 1725, che egli circa al moto delle macchine stabilisce un principio, su di cui fonda ogni di lui calcolo in detto proposito, ed è, che in tutte le macchine il prodotto della potenza motrice (cioè della forza d'impulsione, che fa l'acqua contro delle palmette di una ruota, obbligandole a girare) nella velocità che possono acquistare esse palmette sia sempre eguale al prodotto del peso mosso dalla macchina nella di lui velocità, di modo che dicendosi x la velocità delle palmette, ridotte al loro vero moto, s la forza dell'impulsione antedetta; P il peso mosso dalla macchina, che in un Mulino in grazia di esempio sarebbe la mola più il peso di tutto ciò che al moto può resistere, ed u la velocità di esso peso; sia sempre l'equazione $Pu = sx$ formola generale per il moto di tutte le macchine.

3. Per ottenere il valore dell' impressione contro della ruota, deesi prendere il quadrato del numero di que' piedi, che l' acqua valesse a percorrere in un secondo di tempo, dividendo tal numero per 56, numero fisso e costante, che si ricava dal supporsi, che un grave cadendo liberamente in aria, percorra uno spazio di 14. piedi in un minuto secondo, che poco più poco meno è la misura osservata in molti sperimenti fatti a tal fine da molti chiarissimi Autori; questo spazio poi deve esser paragonato con altro spazio, che sarebbe il detto grave, se sempre camminasse di moto equabile con la velocità invariata, che acquistato avesse nel fine della detta discesa, che però dicendo 14. lo spazio primo perpendicolare, z il secondo indeterminato, sarà l'analogia $14. z :: 28^2. 4zz$ per le leggi Galileane, onde $z = \frac{28^2}{56}$, quindi se si dirà a il numero di piedi, che un grave avesse fatto, scendendo liberamente in un secondo di tempo, e la velocità acquistata nel fine di questo fosse poi quella equabile, che attualmente avesse un fiume nel correre nel medesimo tempo di un secondo, sarà il prodotto $\frac{aa}{56}$, e valerà l'altezza di un solido, che averà per base la superficie della palmetta battuta, la quale nominandosi ss, sarà l'impulsione sopra di essa $\frac{aass}{56}$, che quando si voglia ridurre a peso effettivo essendochè secondo qualche Autore 72. libbre di Francia sono contenu-

te

te in un piede cubo di detta misura, sarà la detta impulsione $\frac{72 \times aass}{56} = \frac{9}{7} \times aass$ se $1.72 :: \frac{aass}{56} . \frac{72aass}{56}$. Appendice al Cap. XV.

4. Quando poi le ruote di un edificio sono arrivate ad aver acquistato il vero loro moto, l'impressione sembra che non possi agire se non con la differenza della velocità dell' acqua sopra quella delle palmette, onde se quella verrà chiamata a questa x opererà con $a - x$, e perciò l'impressione o equivalente solido secondo a' calcoli di M. De la Hire dovrà esprimersi per $\frac{9 \times \overline{a-x}^2 \times 55x}{7}$; perchè poscia non potrà mai la ruota velocitarsi quanto l'acqua destinata a muoverla, altrimenti l' impressione nulla opererebbe contro delle palmette, che si sottraerebbero all'urto, senza che questo potesse mai agire, cercasi però il *massimo* effetto che in tali circostanze si può ottenere, col differenziare la detta formola, eguagliandola al zero, e ne provengono due valori $x = a$ ed $x = \frac{1}{3} a$, il primo si rigetta, mentre darebbe eguali velocità dell'acqua libera, e dalla ruota, e si ritiene l' altro $x = \frac{1}{3} a$ onde si raccoglie, che il *massimo* effetto dell' impressione succeder debba allora che la velocità della ruota sia eguale ad un terzo della velocità dell' acqua libera.

5. Ed essendo il detto massimo effetto per rapporto alla velocità della ruota $\frac{1}{3} a$ sarà $\frac{2}{3} a$ il residuo della velocità dell'acqua con cui percuote la palmetta, cioè sarà questa la forza respettiva, ma l'impressione sta come il quadrato della velocità pertanto la forza motrice della ruota sarà come $\frac{4}{9} aa$, ed il prodotto di questa forza nella velocità del corpo mosso darà la quantità del moto e sarà perciò $\frac{4}{27} a^3$.

6. Quando poi secondo a quanto insegna M. De la Hire si dividerà il quadrato della detta velocità respettiva per il numero fisso 56, si avrà l'altezza del solido dell'acqua, esprimente la forza dell' urto e sarà $\frac{4}{9} \times \frac{aa}{56} = \frac{aa}{126}$, e facendo, come al numero 3, la superficie percossa della palmetta ss, si avrà $\frac{aass}{126}$ per il valore di detto solido di acqua in piedi cubici, che moltiplicato per 72 (peso come nel medesimo numero del piede Re-

Appendice al CAP. XIV.

gio cubo) diverrà $\frac{72 \times aass}{126} = \frac{4}{7} \times aass = t$, onde la formola di M. Pitot $tx = Pu$ quando $x = \frac{5}{7} a$ per il caso del *massimo* si cangerà in $\frac{4a^3ss}{21} = Pu$, che si fa servire per ogni moto delle macchine animate dall'acqua corrente; conosciuto però che sia o il peso P, o la velocità u, o la superficie della palmetta percossa, o finalmente la velocità dell'acqua corrente, tutto il restante della formola sarà agevolmente noto, e potrà esser determinato.

7. Il merito del ritrovato, su di cui si fonda quanto qui si è esposto per conoscere la perfezione del moto delle macchine viene attribuito da M. Bellidor a M. Parent esprimendosi a car. 248. *dell' Architettura idraulica ; Che tal scoperta deve esser riguardata come una delle più importanti, che sianſi fatte nelle scienze e belle Arti, dacchè queste sono state poste sopra il piede in cui si trovano al presente*, e di doversi considerare come una cosa delle più interessanti di tutta la meccanica, e delle più utili, sì per la privata, che per la pubblica Economia.

II.

1. Parendo pure a noi utile ed elegante la scoperta di M. Pitot, e quanto in conseguenza di questa è stato prodotto da M. Bellidor, abbiamo voluto assicurarsi della verità della proposizione, quando sia universale, assoggettandola a qualche sperimento di quelli, che fra i molti nel particolare del moto delle ruote de' Mulini, abbiamo in varj tempi fatti, avendone fra questi scielti alcuni, che con tutta l'esattezza furono praticati del 1721. 20. di Giugno sopra le acque della Tergola, fiumicello del Padovano. Stanno piantati questi Mulini non lungi da quel Canale detto propriamente *Taglio di Mirano* al sito chiamato volgarmente i *Mulinetti*: A questo edificio dunque fatta dar l' acqua nella più giusta quantità coll' aprir le portine ora di uno, ora di un altro di que' Mulini, trovandosi il Canale, che la somministrava alle misure ordinarie della sua acqua, su osservato quanto quì fedelmente sarà registrato.

2. Fat-

2. Fatta chiudere la baſtarda, ed aprire due delle portine maeſtre acciocchè macinaſſero nello ſteſſo tempo due Mulini, fiſſato prima un ſegno ben viſibile in una delle palmette della ruota del primo di eſſi, di quello cioè che rimane più verſo del ſoſtegno e contiguo al ponte di pietra che traverſa il canale, avendo preſo un orologio a minuti, ſi notò diligentemente che in ſei minuti primi in punto, la ruota grande moſſa dall'acqua fece 40 giri, avendo deſſa un ſemidiametro di piedi *6. 7. 6* di miſura Veneta.

3. Parimenti poſto il medeſimo ſegno alla ruota del ſecondo Mulino, ch'è collocato più verſo il Taglio, macinando ſempre due Mulini, come di ſopra ſi è detto, fu oſſervato che nel tempo di altri ſei minuti, girò la ruota maeſtra 57 volte, avendo queſta un raggio di piedi *6. 4. 4.*

4. Fatto poi lo ſperimento nel primo Mulino verſo del Taglio, fu trovato, che nel tempo predetto delli ſei minuti, girò la ruota non più di *36* volte, eſſendoſi aſſerito da Mugnaj, che le mole di queſto edificio erano ſtate di recente battute, e che però erano in qualche parte ritardate nel loro moto per tal cagione, dove le mole degli altri Mulini non erano ſtate battute da molti giorni; il ſemidiametro di queſta ruota fu trovato di piedi *6. 2. 4.*

5. Finalmente fiſſato il ſegno al ſecondo Mulino verſo il ſoſtegno, queſto nelli detti ſei minuti girò la ſua ruota *46* volte, e miſurato il ſemidiametro di eſſa, fu trovato di piedi *6. 4. 0.*

6. Fatto il calcolo per lo ſperimento del primo Mulino col rilevare in piedi ed once la circonferenza della maggior ruota, ſi è trovato, che ſe l'acqua deſtinata ad urtar nelle palmette, foſſe camminata di pari paſſo col moto oſſervato nel giro di eſſa ruota, avrebbe fatto in un'ora piedi di Francia *17322*; Cadeva l'acqua da piedi 3 o poco più di altezza, al qual conto, ſe l'acqua foſſe ſempre camminata con la velocità dovuta a detta caduta, avrebbe dovuto fare in un'ora piedi *46800* del Re, e quando la macchina aveſſe prodotto il *maſſimo* effetto, ſarebbe dovuta camminare nel ſenſo di M. Pitot il triplo del numero predetto, cioè piedi *51966* in detto tempo, con differenza di piedi *5166* dall' oſſervazione: leggier' eccesſo in paragone della debole molitura, che faceva, e di cui molto ſi lagnavano i Mugnaj.

7. Più notabile è il riſultato del ſecondo ſperimento, in cui quan-

Append. al CAP. XIV.

quando l'edificio foſſe ſtato nella ſua perfezione, atteſi i giri che poteva fare, dedotti dall'oſſervazione per il tempo di un'ora, avrebbe l'acqua potuto camminare piedi del Re 71250, quaſi cioè che foſſe caduta dall'altezza molto rifleſſibile di piedi 7 in vece delli 3, da' quali realmente cadeva a dar il moto alle ruote con eccesſo di piedi 24450 riſpetto alli 46800 che far doveva, e pure abbenchè eccedeſſe il giro della ruota il ſubtriplo del corſo dell'acqua, il Mulino non era ridotto a far buona macina, come non la facevano nè meno gli altri.

8. Si accoſta aſſai al triplo moto della ruota, quello che faceva l'acqua del Mulino, che ſervì al terzo ſperimento; mentre il calcolo ci dinota, che in tale ſuppoſizione l'acqua deſtinata a percuotere le palmette, avrebbe dovuto camminare in un'ora piedi 43875 dell'antedetta miſura, per far i quali avrebbe dovuto cadere dall'altezza di piedi 2 : 7 poche once di meno della vera caduta delli piedi 3, con differenza dalla vera di lei velocità, alla ſuppoſta, di ſoli piedi 2925 nel detto tempo di un'ora; ciò non oſtante, queſto Mulino era fra tutti il meno atto alla macina, e ſi cercava ogni mezzo per conciliargli maggior movimento.

9. Più di ciaſcun altro ſi avvicina il quarto ſperimento alla ragione aſſegnata per la perfezione delle macchine moſſe dall'acqua, avvegnacchè, fatto il calcolo, ſi trova che l'acqua per camminar tre volte più della ruota farebbe in un'ora piedi 47498 cadendo da tre piedi per acquiſtare il grado di velocità capace a farglieli percorrere di moto equabile, pure non era per nulla ridotto a dar la molitura perfetta, volendo i Mugnaj in tutti eſſi Mulini maggior caduta di acqua.

10. E' dunque da rintracciarſi da che poſſano derivare tali differenze per poterſi ottenere la maggior perfezione delle macchine unico oggetto delle noſtre e delle altrui ricerche, non ſapendo per altro, ſe per avventura le oſſervate varietà proceder poteſſero dal conſiderarſi da noi i Mulini che macinano con caduta di acqua ſenſibile, dove quelli che hanno ſervito a Mr. Pitot ſembra che ſiano di quelli che giuocano ſulla ſuperficie de' gran fiumi, che noi diciamo Mulini a *Sandòni*.

11. Pare fuori di controverſia, che la formola per didurre il *maſſimo* effetto, naſca dall'eſpreſſione portata da M. Pitot, e di ſopra da noi riferita $tx = Pu$, (tirata dall'equilibrio delli due momenti

menti della forza e della resistenza ridotti ad una leva) nella quale, t come si è detto al numero 2 dell'articolo I, vale l'impressione dell'acqua che muover deve la palmetta; x la sua velocità; come P il peso o resistenza da muoversi, ed u la sua velocità, v. g. nel Mulino, quella della mola; come anco quanto basta chiaramente resta esposto nella Storia dell'Accademia Reale 1725. Quando dunque la cosa sia così, noi abbiamo una specie di equilibrio fra l'impressione e la resistenza, a cui si giugne ogniqualvolta la ruota urtata dall'acqua, e la mola siano ridotte ad uno stato *manente*, dimodocchè, durando il tutto senz'alterazione, esse perseverino nel loro movimento, onde sarà l'impressione dell'acqua alla resistenza della mola come reciprocamente la velocità di questa alla velocità della ruota.

12. Ecco dunque, che vengono per il calcolo considerate due velocità u ed x, ma se ben si farà riflesso si conoscerà che l'una è sempre multipla o submultipla dell'altra, vale a dire, una data per l'altra, essendo manifesto che i giri della mola sono sempre dati per quelli delle palmette della ruota maggiore, ed in costante ragione come $u = nx$, potendo n esser qualunque numero, quindi $tx = nPx$ ovvero $t = nP$, ma $t = \frac{9 \times \overline{a-x}^{2} \times ss}{7}$ per il numero 4 dell'Articolo I di quest'Appendice, onde $\frac{9}{7} \times \overline{a-x}^{2} \times ss = nP$, e volendosi da questa equazione il *massimo* sarà $x = a$, il che dinota non esservi tal *massimo*, ma potersi la ruota accelerare di più in più a misura che la resistenza vada scemando fino a ridursi in nulla, oppure se la forza crescesse all'infinito, casi tutti e due impossibili, e inadmissibile però questo *massimo*. L'aversi considerata la velocità u del peso mosso non data per x, ha fatto nascere il *massimo*, di cui si è detto, eguale ad $\frac{1}{3}a$, sarà però da rintracciar qualch'altra formola che si addatti all'osservazione, e salvi i fenomeni.

1. Noi

Appendice al CAP. XIV.

III.

1. Noi dunque ſi faremo a riflettere il moto di una ruota di un edificio quando ſia giunta ad aver una celerità tale che non più nè ſi acceleri, nè ſi ritardi, ma duri invariata nel di lei movimento, e ſtia in una ſpecie di bilanciamento fra tutto ciò che ſerve a muoverla, e tutto ciò che al di lei moto può far reſiſtenza: e per meglio ſpiegarci, eſſendo che la reſiſtenza di tutti i membri che compongono l'edificio dev' eſſer eguale alla forza relativa, con cui realmente ſi muove la ruota, e queſta forza relativa eſſendo come il quadrato della differenza fra la velocità aſſoluta dell' acqua, e quella che attualmente tiene la ruota ridotta, com'è ſtato detto, allo ſtato di permanenza, moltiplicato nell'area della palmetta percoſſa dall'acqua; Se dunque ſi chiamerà R la detta reſiſtenza; le velocità dell'acqua e della ruota, come ſopra reſpettivamente a, x; l' altezza dell' area della palmetta battuta b; la ſua larghezza M. Sarà $R = \overline{a-x}|^2 \times bM$. Per averſi poi il movimento effettivo della macchina, dovrà eſſer l'egualità fra la forza aſſoluta o ſia il quadrato della velocità libera dell' acqua moltiplicata nell' area percoſſa della detta palmetta, meno la reſiſtenza, e la ruota moltiplicata nel quadrato della ſua velocità, qual ruota dicendoſi r, ſarà $aabM - \overline{a-x}|^2 \times bM = rxx$, equazione, che ſi riduce ad $x = \frac{2abM}{r+bM}$.

2. Riferiremo, oltre gli antedetti, qualche altro ſperimento che ſi è fatto a Mulini del Dolo ſulla Brenta l'anno 1733, avendo voluto riconoſcere l'attività di quelle macine, che certamente ſono delle più perfette di tutto lo Stato. Feci dunque abbaſſare once 5 delle 14 che ha di apertura la portina del canale, che imbocca la gorna detta da' noſtri Macchiniſti la *Sitella*, che la fanno per ordinario riuſcire inclinata ſotto dell'orizonte della ſoglia di detta portina once 14, perchè poſſa con la neceſſaria forza portar l'acqua nelle palmette della ruota, onde l' apertura era di once 9, ed è la ſolita che praticano i noſtri Mugnaj, ed ivi ed altrove; paragonato dunque il moto della ruota con un orologio a minuti, potei rilevare che in cinque di queſti, dove eſſendo tutta aperta la detta portina per

le

le quattordeci once mentovate, faceva 41 giri, con le once nove, non farne che 31 nel medeſimo tempo. La caduta dell' acqua, diligentemente livellata dal pelo ſuperiore all' inferiore de' Mulini, fu trovata di piedi 2. 7. di noſtra miſura. Append. al Cap. XIV.

3. Le ruote hanno di diametro piedi 13, e quella che fu preſcielta per lo ſperimento avendo fatto le 41 rivoluzioni, delle quali ſi è detto, nello ſpazio di cinque minuti, ne avrà fatte in un' ora 492; e ſe l' acqua impellente aveſſe camminato di pari paſſo con la detta ruota, avrebbe fatto un viaggio di 20172 piedi di Venezia in un' ora, e 21012 di quelli del Re; quando però l' acqua camminar doveſſe tre volte di più della ruota, avrebbe dovuto farne di queſti 63036, e per ogni minuto ſecondo 17 $\frac{15}{36}$, il che paragonandoſi ad un grave, che libero ſcendeſſe nell' aria, ſi trova, che per acquiſtar un tal moto, ſarebbe ſtato uopo che la caduta foſſe ſtata da un' altezza di piedi cinque e mezzo, quando certamente non cadeva, che per piedi 2. 9. 6. della miſura di Francia.

4. Allora poi che fu abbaſſata la portina per le dette cinque once non fece, come ſi è detto, più di trent'una rivoluzioni, ciò non oſtante, il corſo dell' acqua, ſe foſſe ſtato triplo di quello della ruota, avrebbe dovuto fare in un'ora piedi del Re 7661, ed in un minuto ſecondo piedi 13. 3; onde per tal moto avrebbe dovuto cader l' acqua dall' altezza di piedi 3. 1. 6, quando, come ſi è accennato, non cadeva che da piedi 2. 9. 6.

I V.

1. Prima di aſſoggettar la formola ſoprapoſta al paragone dello ſperimento, è neceſſario d' individuare l' effettivo ſtato del giuoco dell' acqua deſtinata a far muovere la ruota de' Mulini in quiſtione. Sia dunque PB una portina in profilo, inſerviente a portar l' acqua al canale inclinato SC o ſia alla *Sitella*, e ſi concepiſca alzata dalla ſua ſoglia C per tutta l' altezza BC, che ſia nota, come pur ſia nota l'inclinazione del canale SC cioè la CT ed anco la lunghezza di queſto CS, e per con- Tav. XI. Fig. 21.

Append. al CAP. XIV.

seguenza ancora la CL metà della CS, essendo che quivi all' incirca cade la palmetta per ricever l'acqua discendente per CL, ad angolo retto; saranno pur note istessamente ST, LE e CE. L'acqua superiore trattenuta dalla portina sia AO, la quale si supponga durar inalterata a dett' altezza, il centro della ruota dell' edificio sia X a piombo in circa di S, termine inferiore della *Sitella*; XL sia un raggio della ruota, e KL una delle palmette, ed appunto quella porzione che riceverà l' acqua discendente per il canale CS, che abbiamo di sopra nell'articolo precedente al numero 1 nominata *b*; e che resta quivi normalmente urtata dall'acqua: e perchè la Gorna o *Sitella* CS è alquanto formata con le sponde convergenti, di modo che la larghezza della portina BC riesce maggiore della larghezza della *Sitella* in L, si dirà quella N, e questa M; Tale dunque essendo la meccanica con cui dal più al meno vengono fabbricati i Mulini di queste nostre parti, sia da ritrovarsi l'area di KL × M, destinata a battere la palmetta, e che fuori di dubbio dev' esser minore dell'area o sezione di BC × N di quella cioè, che soprasta alla soglia della portina C: intendasi descritta la parabola AFGHIV, che abbia il vertice nella superficie dell' acqua che si accolla a PB, non alterabile nella sua altezza AC, e siano condotte le ordinate alla medesima BF, CG, come pure DH, EI, le quali rispondino alle rette KD, LE parallele ad AO ovvero STV; Sia pur condotta la LM parallela ad AT = DE.

2. E' noto dalla dottrina delle acque correnti, che come le velocità competenti all'acqua ch'esce per BC possono esser rappresentate dall'area parabolica BFGC, così quelle, che sono dovute alla sezione KL possono dinotarsi per l'area della stessa parabola DHIE, e dovendo per tutte le sezioni del canale CL passar egual quantità di acqua, sarà però l' equazione $BC \times N \times \sqrt{Ac} = DE \times M \times \sqrt{Ae}$ (prendendosi quì la media velocità competente alle altezze delle sezioni BC, DE che si suppongono cadere ne' punti *c* ed *e*) e però $DE = \frac{BC \times N \times \sqrt{Ac}}{M \times \sqrt{Ae}}$.

3. Sia BK la superficie dell' acqua discendente per CL che si ristringe a misura che si discosta dal punto B, onde KL < BC. Sono poi simili i triangoli KML, MLN, CLE onde CL. LE :: KL.

$KL.LM = DE = \frac{BC \times N \times \sqrt{Ac}}{M \times \sqrt{Ae}}$ e $KL \times M = \frac{CL \times BC \times N \times \sqrt{Ac}}{LE\sqrt{Ae}}$ Append. al Cap. XIV.

$= bM$. e la ragione di dette aree sarà, (facendo CL il seno tutto) come questo seno moltiplicato nella velocità media dell' acqua nella sezione BC, al seno dell' inclinazione dell' angolo che fa la *Sitella* con la perpendicolare CT, moltiplicato nella velocità media che risponde alla sezione che batte la palmetta.

4. Ponendo in numeri quanto concerne la prima osservazione, allora cioè che la ruota, essendo alzata la portina once 14 faceva 41 giri, sarà BC = 14 once (come tutti gli altri numeri esprimeranno pure le once) AE = 33, CE = 7, AC = 26, Ac sito della velocità media si pone = 16, come Ae altro sito della velocità media per KL si fa eguale a 25, N = 30, LE = 35 e mezzo, e la CL = 36. Ma per l'altra osservazione delli 31 giri allorchè la portina non fu alzata che 9 once dalla soglia, poste le denominazioni come sopra, saranno mutate le infrascritte quantità, cioè BC = 9, Ac = 20, Ae = 26, i quali numeri sostituiti nella formola $x = \frac{2a \times bM}{r + bM}$ facendo $r = 1$ comecchè si siamo serviti della medesima ruota provengono prossimamente questi numeri 82 e mezzo, e 65 e mezzo, i quali all'incirca sono nella ragione di 41. 32: differenza che deesi rifondere nell' essersi presi i numeri prossimi, atteso gli irrazionali ch' entrano nel calcolo: Può dunque dirsi che la nostra formola salva i fenomeni, e si accomoda quanto basta alle osservazioni.

V.

1. Dopo che Mr. Pitot ha dimostrato nelle Memorie della Reale Accademia 1729, che due superficie di egual lunghezza, ma di larghezza ineguale presentate sotto varie inclinazioni alla corrente di un fiume, ricevono l' impulsione in ragione inversa delle loro larghezze, passa alla considerazione del vario operare dell' acqua corrente contro delle palmette, quando queste venghino costituite o secondo l' uso ordinario, partendosi dal centro della ruota, come raggi del circolo, ovvero quando venissero a formare tangenti della circonferenza dell' al-

Append. al CAP. XIV.

bero o sia timpano o fuso della ruota maestra, giacchè hanno preteso alcuni, che in tal maniera adattandole, meglio servir potessero al moto della macchina.

2. Quanto porta esso M. Pitot per provare che la palmetta, che e' chiama in *raggio*, sia da preferirsi, come migliore, all' altra che dice in *tangente*, è sì convincente e chiaro, che non abbisogna di ulterior disamina, contuttochè qualche macchinista creda di poter sostenere il contrario, onde nulla potendosi aggiungere in tal proposito, passeremo, sopra i principj posti da esso Mr. Pitot a cercare il numero delle palmette, delle quali abbisogna una ruota da muoversi con l' acqua, acciocchè in riguardo di ciò, come cosa molto essenziale, non lasci di produrre il migliore possibile effetto.

3. Pare veramente, che le considerazioni, che il soprallodato Autore va facendo sopra la disposizione più vantaggiosa delle palmette, siano solamente per quegli edificj, che galeggiano sopra delle acque correnti, da noi detti, Mulini a *Sandòni*; noi per render la cosa più universale, stenderemo le nostre ricerche a qualunque macchina, ed a qualunque acqua, che scendendo per un piano inclinato, dia il moto alle ruote.

4. Sia dunque C B A F la ruota di un edificio, che debba esser mossa dall' acqua I F B, che scenda per il canale G B, nell' altezza G I, con inclinazione di G H, a percuotere nelle palmette M Q, D A; da quanto si è detto al numero XXXVI di questo Capitolo, resta manifesto che allora l'impressione che sarà per ricevere la palmetta, sarà massima quando questa sarà ridotta ad angolo retto con la direzione dell'acqua che ad urtarla discende, mentre se la palmetta si trova v. g. in M Q, non tagliando dessa in tal sito la corrente B I ad angolo retto, e ciò ch'è riflessibile, intersecando il corso e filamenti dell'acqua per quanto porta la porzione Q O immersa, che non percuotino con tutta la loro energia la palmetta E A e coll'impedir loro in somma il libero corso; ciò ha ridotto i pratici macchinisti di comporre le ruote in maniera tale, che quando una delle palmette come E A sia ad angolo retto con la corrente E I, la susseguente palmetta K F abbia allora e non prima a toccar la superficie dell'acqua, e l'altra palmetta corrispondente L B ad esserne uscita, dal che si ricava il modo di divider la ruota nelle sue competenti

TAV. XI. Fig. 22.

ti palmette, divenendo la porzione immersa EA della palmetta il seno verso dell'angolo ACF compreso dall'arco fra le due prossime palmette, e per conseguenza darà poi il numero di tutta la divisione da collocar esse palmette nella circonferenza LMKN. Appendice al Cap. XIV.

5. Ciò supposto si dica $CA = np$ (p significa i piedi ovvero once, non quantità alcuna, n il numero di quelli o di queste) $AE = mp$, ch'è il seno verso, di cui si è detto, dovendosi esso pure intendere diviso come il raggio in piedi, o once espresse per mp. Sarà $np. mp :: ft. fu$ (f si prende per la caratteristica del seno, onde ft vale *seno tutto*, fu, *seno verso*) sarà però l'equazione $fu = \frac{mpft}{np}$, e resterà in tal modo espressa la AE nelle parti 100000 del raggio; Sia di poi il seno EF dell'angolo incognito, e che si cerca DCK, x, sarà per la natura del circolo $2ft - \frac{mpft}{np}. x :: x. \frac{mpft}{np}$, ed $x = \frac{ft\sqrt{2np - mp \times mp}}{np}$, vale a dire, che il seno dell'arco ricercato per la distanza delle palmette sarà in ragion composta della diretta del seno tutto, e della dimezzata della differenza fra il doppio numero de' piedi o once, che esprime il raggio CA, e quello che ne espone la parte immersa AE della palmetta, da moltiplicarsi con questo ultimo numero, ed inversa del numero di piedi ed once di tutto il raggio CA.

6. *Esempio*. Si abbia un diametro per la ruota CBF di once $144 = np$; l' immersione massima che possi far la palmetta DA, cioè la $AE = mp = 9$ once, sarà $x = \frac{100000\sqrt{2511}}{144} = \frac{5000000}{144}$ prossimamente, che da 34722 per il seno EF dell'angolo ricercato ACF, numero che risponde a gradi 20. 19', quindi in tal deduzione si potranno prender i soli gradi 20 per la pratica, e per conseguenza porterebbe tal ruota dieciotto palmette.

7. Resta poi manifesto, che a misura che la ruota crescerà di diametro, rimanendo inalterata la pendenza del Canale, e l' al-

Appendice al CAP. XIV.

altezza dell'acqua, che per esso scende, che si ricercherà maggior numero di palmette; Se la AE fosse minore, cioè meno restasse immersa, e fosse stato accresciuto il diametro della ruota, ancor maggior numero ne esigerebbe; ma se AE crescesse al crescer del diametro non tante ne domanderebbe, come col calcolo agevolmente si rilevano e le predette, e tutte le altre variazioni, che ne fossero per seguire.

8. E' da rimarcarsi, che come per lo più riesce incommensurabile l'arco, che nasce dal seno $x = EF$ rispetto a tutta la circonferenza della ruota, così in pratica basterà di prender il numero prossimo, senza volersi scrupolosamente accostare al preciso, poco o nulla ciò rilevando alla sostanza di quanto si ricerca.

9. Se l'immersione AE fosse di un piede, cioè $mp = 12$ once, ed il resto come sopra, allora x diverrebbe eguale a $\frac{100000\sqrt{3312}}{144}$

$= \frac{5900000}{144} = 40972$ numero che risponde al seno di 24°. 11'. per il seno di EF, onde 15. sole palmette basterebbero a tal ruota.

10. La formola dunque soprapposta dà il modo facile di calcolare la divisione del giro della ruota per le palmette, come l'equazione $nnpxx = \overline{2np - mp} \times mpss$ dà il metodo di conoscersi, e determinarsi qualunque altra quantità, che fosse in questo esame supposta incognita, cioè ovvero np, ovvero mp, allorchè x fosse data, e respettivamente mp, oppure np.

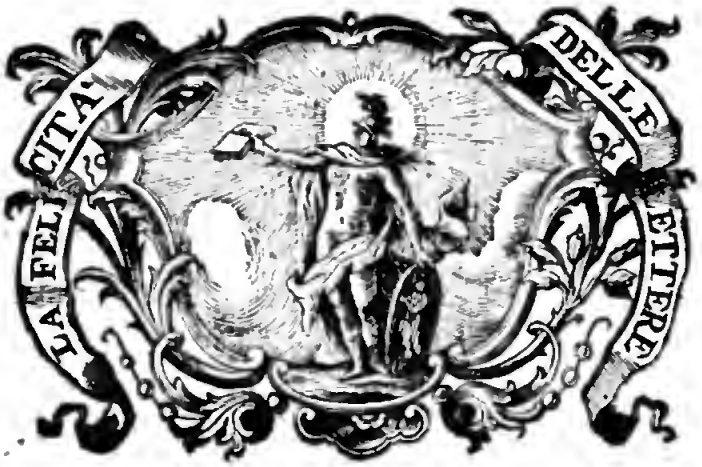
11. I nostri macchinisti per altro non stanno sì attaccati alle predette regole, abbenchè fondate sul più retto raziocinio, ma piuttosto abbondano nel numero delle palmette, in maniera che se AE sia nel sito da ricever l'acqua normalmente, ad essi non cale se sia già entrata sotto la superficie dell' acqua qualche poco la KF, ne che sia uscita la LB, il che succede nel porre maggior numero di palmette di quello indichi il calcolo: onde a quella ruota che in grazia di esempio porterebbe secondo il calcolo 18. in 20. palmette, essi ne darebbero 24. il che si ha voluto avvertire, perchè si sappia la latitudine che hanno le proposizioni, quando si addattano all'uso mecca-

canico, di modo che parerebbe assai meglio conformarsi alla pratica il prender l' immersione di AE non dal fondo della Sitella fino alla superficie dell' acqua discendente IB, ma dal fondo predetto fino al sito, ove cadesse la velocità media di tutti i filamenti dell'acqua destinati ad urtare la AE. Appendice al CAP. XIV.

IL FINE.

608656

In-



Digitized by Google

TAVOLA ALFABETICA

Di quanto ſi contiene nell' Opera.

N. B. *Il primo numero Romano indica il Capitolo, e quando è preceduto da un' A. ſignifica l'Appendice di eſſo; Il ſecondo pur Romano, ma più minuto, moſtra il numero del Capitolo; il terzo Arabico, quello della pagina; ed il P quando ſi trova, dinota Parte prima o ſeconda, a norma del numero che lo ſeguita: così* V. P. 2. XXIII. 122. *ſignifica Capitolo quinto, Parte ſeconda, numero* XXIII., *carte* 122.

A

ACqua come ſi muova ne' Vaſi aperti con qualche foro. Cap. II. n. IV. carte 13. corrente de' fiumi come ſi uniſca e divida. VI. I. 153.

Adige. Calcolo della derivazione dell' acqua de' ſuoi diverſivi. VI. XIV. 163. Se foſſe in retta linea dal Caſtagnaro al mare, quanto ſcemaſſe di altezza viva. VII. XII. 175. Eſempio che più ſi avvicina. VII. XIII. 176. altezza delle di lui piene rilevate del 1721. IX. XXXVIII. 242. Maſſimo della ſua piena cade alla Boara. IX. XXXIX. 243. Penelli formati in bocca del Taglio nuovo, e loro effetti. X. XXII. 258.

ANDREOSSY progetta l'unione de' due mari in Francia. XII. XX. 357.

Angolo di deviazione dell' influente nel recipiente, come ſi determini. VIII. XXXII. 204. Eſempio. VIII. XXXIII. 205.

Argini ſi rovinano molto dalle rotte. XI. XXVIII. 317; quali per chiuder queſte. XI. XL. 327.

Arno creſciuto di fondo, ed allagamento che ha fatto in Firenze l' anno 1740. XI. XXIII. 312.

B

BArche come s'affondino per l' oſſatura de' moli. Cap. XI. num. XLVII. car. 332. ſeg.

BARATTIERI, ſuo ſentimento circa il pender delle acque verſo delle rive de' fiumi ſpiegato. XI. XII. 302. e ſeg.

BERNOULLI GIOVANNI lodato. XIV. XXII. 419.

- - - - DANIELE, ſuo calcolo dell' acqua uſcita da' fori de' Vaſi. A. II. VII. 47.

Bocche di derivazione e diſordini che corrono nella diſtribuzione delle acque. A. P. 2. V. 136. ſeg. Modo di diſtribuirle. ivi. 142. e 146.

Bonificazione. Vedi Retratto.

Botti, loro uſo XII. XXXIII. 367. Come vadino piantate perchè reggano all'acqua. XII. XXXIV. 368 Calcolo della reſiſtenza che far devono contro l'acqua che contengono, e curva de' conati.

Cap. XII. n. xxxv. car. 368. Determinazione del loro reſiſtere. XII. xxxviii. 372. Calcolo per i ſfiancamenti laterali, XII. xxxix. 372. ſeg.

C

CAlcoli, perchè non ſempre riſpondino alle oſſervazioni. IV. xxiii. 77. ſeg. Come ſi facciano quelli per unir due fiumi. V. xvi. 165. Come fianſi praticati quelli del Pò quando ſe gli voleva unir il Reno VI. xvii. 166. Differenza in quelli fatti dal Guglielmini riſpetto a' noſtri, da che proceda. VI. xviii. 167. Per dedurli con la maggior eſattezza nelle acque correnti utile il ſervirſi per le velocità della palla a pendolo. VI. xix. 167. Della quantità dell' acqua che ſcola in Pò. IX. viii. 217. ſegu. Eſempio IX. xvi. 222. della curva che in piena formano i fiumi. IX. xxv. 228. ſeg.

Cateratta che l' acqua forma in uſcendo da' vaſi aperti con un foro nel fondo. A. II. iv. 33. Conteggio di queſta ſecondo il Sig. Jurin. A. II. v. 35.

Chiaviche; loro uſo. XII. xxv. 361 In che differiſchino da' Soſtegni. XII. xxvi. 361. Di Quattr' occhi che ſcolano il Cremoneſe d'infigne fabbrica. ivi. 362. A vento. ivi. Tempo del loro ſcolo e regole per ben munirle. XIII. xvii. 385. ſeg. Quantità dello ſcarico nelle rigurgitate dal mare XIII. xix. 386. ſeg. Eſempio. XIII. xxii. 389. Rigurgitate, paragonate alle libere. ivi. a Vento, loro uſo. XIII. xxiii. 389

Contene loro imperfetta difeſa ne' ripari de' fiumi. X. xl. 274.

Curva in cui ſi conforma l'acqua ne' Vaſi aperti con il foro nel fondo II. vii. 16. Delle forze che ſoſtengono la palla immerſa nell'acqua corrente. V. P. 2. xxiii. 122. Formola che l'eſprime. V. P. 2. xxiv. 122. Modo di coſtruirla. V. P. 2. xxx. 126. ſeg. Della velocità per la palla immerſa. V. P. 2. xxxvi. 130. ſeg. Dell'unione di due fiumi. VII. xv. 177. Della ſuperficie de' fiumi come ſi ritrovi. IX. xiv. 221. ſeg. Calcolo di eſſa e coſtruzione. IX. xvii. 222. ſeg. Eſempio. IX. xix. 224. Del pelo de' fiumi. IX. xxxiv. 239. Delle piene ha un maſſimo, e come rivolga il conveſſo ed il concavo verſo il fondo. IX. xli. 244. De' conati che l' acqua eſercita contro de' Volti delle Botti ſotterranee. XII. xxxv. 368. ſeg. Cicloidale utile nelle gorne al moto delle ruote. XIV. xxii. 418. ſeg. Limiti di tal cicloide perche operar poſſa XIV. xxiv. 420. Apertura del minimo angolo che far dovrà coll' orizontale la corda tirata fra i due eſtremi punti di eſſa. XIV. xxv. 420. Calcolo. ivi. 421. Lunghezza maſſima della Gorna cicloidale. XIV. xxvii. 422. di una corda poſta ſulla ſuperficie corrente di un fiume, raccomandata a' due eſtremi. XI. viii. 298. ſeg.

D

DIametri razionali delle vene dell'acqua uſcente da' Vaſi, come ſi trovino. III. xii. 60; calcolo de' medeſimi. III. xiii. 61; quali nelle vene contratte. IV. xxv. 79.

Difeſe da farſi a' fiumi ſecondo la varietà delle circoſtanze e leggi gene-

generali di esse. Cap. X. n. LXIV. carte 193.
DIONIGI e Fratello da Viterbo Inventori de' Sostegni. XII. xx. 356.
Diversivi de' fiumi con regolatori in quali ragioni scarichino le acque. III. x. 17. Formole dell' estrazione secondo varie proporzioni. VI. x. 160. seg. Esempio. VI. XIV. 163.

E

EDificj mossi con l'acqua, facilita al moto per la figura della Gorna. XIV. xxi. 418. Con la Gorna cicloidale si darebbe maggior vantaggio a' medesimi. XIV. xxvii. 422; a coppedello si muovono con poc' acqua. XIV. xxix. 422.
Erogazioni delle acque per servizio delle Campagne, e metodi de' quali si servono i Periti nella distribuzione. A. V. i. 136; come anderebbero praticate, ed esempio. ivi. 147. seg. come si rettifichino le operazioni. ivi. car. 150.
Esperimento del Guglielmini. V. P. i. xvi. 92, de' Bolognesi nella Fossa Polesella. V. P. i. xx. 95. seg. di M. Pitot per indagare le velocità de' fiumi pag. 132.

F

FIumi; come crescano per l'introduzione di altre acque. VI. ii. 156, e vicendevolmente quando se ne estrae una data quantità. VI. viii. 159; retti e tortuosi e forza dell' acqua nell'uno e nell' altro. VII. ix. 174. Formole per indagare le altezze dell' acqua ne' medesimi. VII. xi. 175; in qual ragione scemino le altezze in due fiumi di eguali pendenze, ma d' ineguali lunghezze di alvei. VII. xiii. 176. Loro origine se dalle piogge o dal mare. IX. ii. 213. Come disponghino la loro superficie in piena. IX. xx. 224. linea del loro fondo secondo il Barattieri calcolata. IX. xxiii. 227, considerazioni intorno alla linea in cui si piega la loro superficie di piena. IX. xxiv. 227. si varia a misura dell' aumentarsi o scemarsi delle loro acque. IX. xxxvii. 342. Modo di ridurli ad avere da per tutto velocità orizontali costanti. XI. iii. 295. Se ne dà il caso particolare. XI. v. 296. Alzano torbidi il proprio letto. XI. xxiii. 312.
Fluidi, loro natura. I. i. 1. paragonati nel moto co' solidi. I. xviii. 10. seg. e III. iii. 52.
Flusso del mare come operi contro i fiumi. VIII. xxiii. 198. come si conosca il di lui termine in essi. VIII. xxiv. 199. seg. Esempio. VIII. xxvii. 201. seg. Canone dell' alzamento che può far ne' fiumi. VIII. xxxvii. 208.
Fondamenti degli edificj come debbano esser piantati. XII. xvi. 353. seg.
Fondi de' fiumi come alterino il corso dell' acqua, e sperimento che lo dimostra. V. P. 2. xx. 119 seg. regolari ne' Torrenti ed irregolari ne' perenni e Reali. X. lxiii. 292; per l'impianto delle fabbriche degli edificj quali esser debbano per resistere. XII. xv. 352. seg.
Fori de' vasi armati di tubi tramandano maggior quantità di acqua delli non armati. III. i. 51.
Formole, generali di Statica. I. ii. 2. Della quantità dell' acqua delle sezioni de' fiumi. I. xvi. 9. Delle velocità. V. iv. 83. Dell' unione

de' fiumi ſecondo le varie ragioni delle velocità. VI. II. 156. ſeg. per indagare le altezze delle acque ne' fiumi tortuoſi, e retti. VII. XI. 175. dell'empirſi e votarſi i ſoſtegni. XII. XI. 348. ſeg.

Forze; ſollecitanti. I. III. 2. come agiſcano. I. IV. 2. loro valore. I. V. 3. prementi. ivi. calcolo della ſollecitante e premente. I. VI. 3. tanto nel curvo che nel retto. I. VII. 4. ne' piani inclinati. I. X. 6. valore, e come ſia da esprimerſi. I. XII. 6. vive e morte. I. XIII. 7. come calcolate da' Statici. ivi. rapporto delle vive nelle varie ſezioni de' canali. I. XX. II. delle palle ſoſpeſe da un filo per diſcender nell'acqua corrente. V. P. 2. XXII. 121. curva che le eſprime ſecondo la diverſa immerſione delle palle. V. P. 2. XXIII. 122. come debbaſi eſprimere la formola di dette forze. V. P. 2. XXIV. 123. ragguagliate allo ſpazio che percorrer potrebbero. V. P. 2. XXVI. 123. Eſempio di ciò. V. P. 2. XXVII. 124. di due fiumi che ſi uniſcono come vadino riſolte. VI. XV. 164. delle acque correnti, da che le voleva deſumere il Viviani, ed eſame della di lui propoſizione. X. LXII. 290. ſeg. dell'acqua nella perpendicolare e ne' piani inclinati, loro proporzione riſpetto a' ſpazj percorſi, ed alli tempi. XIV III. 408.

G

GAbbioni; utili difeſe ne' fiumi ed in quali ſiti ſono da adoperarſi. XI. XLIII. 329. loro forma, e modo di empirli e gettarli all'acqua. XI. XLVI. 331. altro modo di affondarli. XI. L. 335.

Gorgo delle rotte come ſi formi. XI. XXIX. 318.

Gorzi ove ſi praticano a difeſa de' fiumi. XI. LIV. 338.

Grave che diſcende liberamente paragonato con il moto equabile dell'acqua di un fiume. A. XIV. I. 451.

I

IMbuto che ſi forma ne' vaſi che ſi votano per un foro nel fondo. II. II. 12.

Impedimenti al corſo de' fiumi, di quante ſpecie. VII. I. 169. equazione generale per eſprimerli. VII. II. 170. ridotta a' caſi particolari. VII. III. 170. ſeg. varietà di eſſi. VII. VI. 171. quali quelli delle ſvolte ne' fiumi. VII. VIII. 173. aſſoluti, e reſpettivi. ivi. quali quando un'influente sbocca nel ſuo recipiente. VII. XIV. 177. Curva che formano. VII. XV. 177. delle ſponde come ritardano il corſo dell'acqua. XIII. XXIX. 394. ſeg. del fondo. XIII. XXXI. 396. calcolo. XIII. XXXII. 396. ſeg. poſſono tal volta eſtinguere affatto il moto dell'acqua. XIII. XXXIV. 398. loro conſeguenze. XIII. XXXV. 398.

Impreſſioni che ſoffrono i pali urtati dall'acqua corrente. X. XXXIII. 269. di un peſo ſoſtenuto da una ſaliente. XIV. VII. 410. dell'acqua contro le ruote degli edificj. XIV. VIII. 411. ſeg. loro valore come ſi ritrovi geometricamente per ogni inclinazione di piano. XIV. II. 412. e produca il maſſimo effetto. XIV. XIV. 414. operando ſulle palmette di una ruota, come ſucceda il maſſimo moto. XIV. XV. 414. Calcolo di eſſe in riguardo delle ruote moſſe. XIV. XVI. 415. ſeg. quali tenendo invariata l'inclinazione de' piani ne' quali ſcende l'acqua. XIV. XXX. 423. Eſempio. XIV. XXXI. 424 quali con varia inclinazione de' medeſimi. XIV. XXXII. 424. metodo perchè rieſchino ſempre coſtanti nell'urtar le palmette. XIV. XXXIII. 425. Eſempio. XIV. XXXIV

425.paragonate col peſo degli edificj o ſiano macchine da muoverſi. XIV. XLIII. 431. quali per ſuperare le reſiſtenze delle ruote. XIV. XLVI.434. Eſemp. XIV.XLVII.434

JURIN, Analiſi della Cateratta Newtoniana. A. II. v. 35.

L

Lemmi: per determinar le ragioni delle quantità. V. P. 1. XIV. 91. per dimoſtrare la ragione delle velocità nelle acque correnti. V. P. 2. II. 101. per calcolar la forza del vento. VIII. VIII. 189. per la reſiſtenza de' pali preſſati dall' acqua. X. XXXI. 266. ſeg. di una leva tirata da un peſo variabile. XIV. LVI. 441. eſpreſſi i momenti in eſſa col mezzo di un' iperbola. XIV. LVII. 442. di altra leva con l'appoggio ſituato di là dal peſo in ſenſo contrario dell'antedetta. XIV. LVIII. 442. il tutto applicato al moto delle ruote. XIV. LIX. 443.

Linea della ſuperficie de' fiumi in piena ſecondo il Barattieri nel fiume Stirone. IX. XX. 224. conſiderazione intorno di eſſa. IX. XXI. 225. de' fondi de' fiumi rilevata da' fenomeni. IX. XXII. 226. Eſempio con le miſure del Barattieri. IX. XXIII. 227 conſiderazioni intorno di eſſe. IX. XXIV. 227. calcolo di quella della piena e coſtruzione. IX. XXV. 228. ſeg.

M

MAcchine, moſſe dall'acqua trattate da varj Autori perchè ſi ottenghi nel loro moto la maſſima loro perfezione. A. XIV. I. 449. formole generali per il loro moto ſecondo M. Pitot. ivi. 450. paragone del moto di queſte con la velocità equabile dell'acqua deſtinata a moverle. ivi. quando ſucceda il maſſimo effetto ſecondo M. Parent, Pitot e Bellidor. ivi. forza reſpettiva e quantità del moto delle loro ruote. ivi. Formole per eſſe tirate da' principj di M. Pitot. ivi. 452. oſſervazioni circa al moto de' Mulini nel Taglio di Mirano paragonate al maſſimo effetto. A. XIV. II. 452. differenza che vi può eſſere fra quelle che lavorano ſulla ſuperficie de' fiumi, e quelle che girano con ſenſibile caduta di acqua. A. XIV. II. 454. dacchè naſcer poſſa il non dover ſucceder il detto maſſimo effetto nelle formole aſſegnate. ivi. 455. non ſi dà nel loro moto l'aſſerito maſſimo effetto. ivi. altra formola da eſaminare il loro moto. A. XIV. III. 456. oſſervazioni a' Mulini del Dolo. ivi. calcolo fondato ſopra eſſe oſſervazioni. ivi. 458. ſeg.

MANFREDI EUSTACHIO lodato. A. II. VIII. 48. ſua opinione circa la Cateratta Newtoniana. ivi. p. 49. ha utilmente promoſſa la dottrina de' fiumi. VI. XVIII. 167.

MARIOTTE fu il primo a ſcoprire che i fori de' Vaſi ſcaricano maggior quantità di acqua allora che ſono armati di tubi, che quando ne ſono ſenza. III. I. 51.

MICHELLINI FAMIANO, ſi è ingannato nella difeſa che propone de' pignoni ad angoli acuti con la corrente de' fiumi. VII. VII. 172. eſami delle di lui propoſizioni. X. XXIII. 260. ſeg.

MICHELOTTI PIETRO ſue ragioni per l'uſcita dell'acqua de' vaſi, confutate. A. II. IV. 33. ſeg. eſamina la forza delle particelle dell'acqua, e ne deduce la loro velocità. A. II. VI. 36. Riſpoſte. ivi. e ſeg.

Mobili, loro velocità ne' piani inclinati. I. VIII. 4.

Moli, formati con Gabbioni utili per dirigere ed aſſicurar i fiumi. X. XVI. 254. loro figura e direzione.

ne. Cap.XI. num.XLIV. carte 330. Oſſatura per formarli quando ſia neceſſaria, e come debbaſi piantare. XI. XLVI. 331; oſſatura fatta con barche affondate. XI. XLVII. 332; come ſi uniſchino alle barche i Gabbioni ed altri materiali. XI. XLIX. 334. Loro effetti. XI. LI. 336. Come vadino aſſicurati nelle teſte. 11. LII. 337.

MONTANARI Geminiano. Sue propoſte per difenderſi dalle corroſioni de' fiumi. X. XXXIV. 269; Suo metodo per formar i feliccìati ſott' acqua. XII. XVII. 354.

Moti delle ruote dentate combinate con altre. XIV. LI. 437.

Moto ritardato; dell' acqua uſcente da' Vaſi come ſi debba intendere. IV. I. 63. calcolo del medeſimo. IV. II. 63; altra ſpecie di moto ritardato. IV. III. 64. area che lo eſprime. IV. IV. 65; inalzamento che produce nell' acqua ſtagnante. IV. V. 65. calcolo dello ſteſſo. IV. VI. 66. paragonato con le oſſervazioni. IV. X. 69. ſeg. diſenſo dalle medeſime da che può procedere. IV. XII. 70. altro paragone. IV. XIII. 70. difficoltà circa a' calcoli del moto detto *miſto* comparato con le oſſervazioni. IV. XV. 72. equazione fondamentale del moto *miſto* trattata in varie guiſe. IV. XVI 72. ſeg. come ſi riduca il moto ritardato al libero. IV. XVII. 73.

Moto accelerato e ſue leggi. XIV. I. 407. proporzione de' tempi nel piano inclinato, e nella perpendicolare. XIV. II. 408. ove ſucceda l'eguaglianza di eſſi. XIV. IV. 409. Eſempio. XIV. V. ivi.

Mulini; del Taglio di Mirano eſaminati ne' loro moti. A. XIV. II. 452. oſſervazioni a quelli del Dolo. A. XIV. III. 456. calcolo del loro movimento per varie aperture delle portine. ivi. 457; proporzione delle parti che li compongono ſecondo il Zonca. XIV. L. 436. ſiſtema e combinazione delle loro ruote. XIV. LII. 438. Eſempio. XIV. LIII. 439. loro comparti ſecondo il Zonca. XIV. LIV. 439; limiti del comparto de' denti delle ruote. XIV. LV. 440.

N

NEWTON ſue oſſervazioni circa lo ſcarico de' vaſi armati di tubi. III. II. 52.

O

ONde del mare, come procedano verſo terra, e come rompono. XI. XII. 303.

Orbòni nelle palificate, e loro reſiſtenza. X. XXXVII. 272. come aſſicurati con terraficcoli. X. XXXVIII 273. ſituazione perchè diano la maggior reſiſtenza. X. XXXIX. 273.

P

PAlificate come aumentino il reſiſtere. X. XLIV. 277. Maeſtre nelle rotte per chiuderle. XI. XXXVI. 323.

Palla; ſoſpeſa da un filo rimarca con ſicurezza i gradi di velocità nelle acque correnti. V. P. 2. XVII. 114. in qual proporzione creſchino ſecondo le fin quì fatte oſſervazioni, i gradi di deviazione. ivi. Eſempio ed oſſervazioni fatte in Pò col mezzo di eſſa. V. P. 2. XVIII. 116. aſſurdi a' quali gli angoli della deviazione reſtano ſoggetti, calcolando la progreſ-

greſſione che fanno a miſura delle immerſioni. V. P. 2. XIX. 118. Sperimenti ulteriori circa alle velocità eſaminate con la ſteſſa, e modo di ſervirſene. V. P. 2. XXI. 120. ſua forza per diſcender nell' acqua. V. P. 2. XXII. 121. Uſo. V. P. 2. XXIII. 125.

Paradore; per le rotte come e quando ſi faccia. XI. XXXIV. 321. ſeg. per difeſa delle rive. XI. XLII. 328.

Pendoli; ſoſtenuti dall' acqua corrente, loro leggi e calcolo. X. L. 281. ſeg. Eſempio, avuto rifleſſo alle gravità ſpecifiche de' corpi immerſi. X. LIV. 283. ſeg.

Penelli o pignoni; loro effetti. VII. VI. 171. ſeg. differenti maniere del reſiſtere che fanno all'acqua corrente. X. VII. 249. calcolo della loro forza. X. VIII. 250. direzione che poſſono avere, e ragione del loro reſiſtere. X. XVII. 255. paragone delle varie direzioni che ottengono. X. XVIII. 256. ſegu. calcolo della quantità della molente che formar poſſono. X. XIX. 256. Eſempio. X. XXI. 257. come ſi facciano perche abbiano da per tutto un egual reſiſtenza. X. XXVIII. 264. Eſempj. X. XXIX. 265. Difficoltà di porli in pratica. X. XXX. 266. di pietra uſati nel Torrente Torre, e con buon ſucceſſo. XI. LV. 339.

Peſi; de' corpi immerſi, come reggano al corſo dell' acqua. X. XLV. 278. calcolo del loro reſiſtere contro gli urti dell' acqua. X. LVI. 285. Eſempio. X. LVII. 287. ſeg.

Pianconi; loro uſo e diſpoſizione. XII. XXI. 358. forza che ricercano per eſſer poſti in opera. XII. XXII. 359. ſeg. della Poleſella come regolati. XII. XXIII. 359. loro forma propoſta dal Sabbadini. XII. XXIV. 360.

Piave; come difeſa da murazzi. XI. LIII. 337. e con Gorzi. XI. LIV. 338.

Piene de' fiumi. IX. I. 213. cauſe che le promovono. IX. III. 214; mezzi per difenderſi. IX. IV. 214; calcolate con le piogge cadute ſopra terreni che ſcolano in un fiume. IX. V. 215. formola di tal calcolo. ivi. difficoltà di tal materia. IX. VII. 216. Eſempio nel Pò. IX. VIII. 217. ſeg. andamento di quelle del Pò dal Ticino al mare. IX. XXIX. 231. maſſima in detto fiume accade a S. Benedetto di Polirone. IX. XXX. 232. Conſiderazioni per accordar col vero le oſſervazioni più verſo del mare. ivi. Cautelle da oſſervarſi nel calcolo delle piene. IX. XXXII. 236. Calcolo effettivo IX. XXXIII. 238. diverſità delle altezze oſſervate, da che proceda. IX. XXXVI. 241.

Piogge quantità, che ne cade in Francia. IX. XI. 219. in Lombardia. IX. XII. 219. in Venezia. XIII. II. 370. differenza della quantità da che proceda. ivi.

Pò, come vengi alterato nelle burraſche. VIII. XXXIV. 205. come nelle ordinarie maree. VIII. XXXV. 206. diſtanze di varj luoghi collocati ſopra d'eſſo riſpetto al mare. VIII. XXXVI. 207. come inchini la ſuperficie ſua nell'alta e baſſa marea. VIII. XL. 209. ſegni livellati dietro le di lui rive. IX. XXIX. 230. ſue giornaliere variazioni ed altezza della piena 1719. IX. XXXI. 233. come debbano calcolarſi eſſe piene. IX. XXXII. 236. piena ſua 1719. corretta. IX. XXXIV. 239; modo di eſprimerla mediante una parabola

bola biquadratica. IX. xxxv. 240. variazioni accadute raccolte aſsieme. IX. xxxvi. 241. alzato di fondo. XI. xxii. 311. diſalveato ne' ſecoli paſſati a Figarolo. XI. xxvi. 316.

Poleni, Marcheſe Giovanni, ſue eſperienze circa le vene contratte dell'acqua in uſcir da'vaſi. A. II. vi. 39. altre circa alla colonna acquea doppia o ſemplice che preme l' acqua uſcente dal foro di un vaſo fatto nel fondo. A. II. vii. 42. ſuoi eſperimenti circa al moto miſto. IV. vii. 67. ſua formola per ſpiegarlo. IV. viii. 67. difficoltà che incontra per ſalvare i fenomeni. IV. ix. 68.

Ponti Canali. Loro uſo. XII. xxxiii. 367. della Rivella con navigazione ſotto di ſe. XII. xli. 374.

Porte de' ſoſtegni, come vadino fabbricate. XII. ix. 346. del Dolo rimeſſe del 1740. XII. ix. 347.

Q

Quantità dell'acqua uſcente da' fori fatti ne' Vaſi. II. iii. 13. differente in quelli aperti ne'fondi, riſpetto a quelli formati ne' lati de' vaſi. II. xiv. 20. calcolo della uſcita per gli uni e per gli altri. II. xv. 21. Eſempj. II. xvi. 22. aſſoluta e reſpettiva. II. xvii. 22. calcolo dell'aſſoluta. II. xviii. 33. Peſo e ragguaglio. II. xix. 23. Eſempio dell'aſſoluta. II. xx. 24. Calcolo di queſta riportata al peſo di Bologna. II. xxi. 25. calcolo dell'uſcita da'Vaſi armati di tubi ſecondo le oſſervazioni del Sig. M. Poleni. III. vi. 55. ſeg. Proporzione che conſerva riſpetto a' diametri medj e longhezza de' tubi. III. xi. 60. in peſo di grani quando eſce dalla ſezione libera del moto ritardato. IV. xix. 74. Eſempio di ciò. IV. xx. 75. in qual proporzione riſpetto alle altezze ſecondo al Caſtelli. V. vi. 84. Lo ſteſſo ſecondo al Barattieri. V. viii. 85. della ſezione di un fiume, come ſi rilevi, ed a quali aſſurdi reſti ſoggetta con gli angoli formati dalla palla. V. P. 2. xix. 118. ſcaricata da un foro verticale paragonata con un orizontale. XIII. xiii. 383.

Quiſtione corſa fra li SS. Daniel Beruoulli, e Conte Riccati circa l'uſcita dell'acqua da'Vaſi. A. II. vii. 40. ſeg. Eſame delle propoſizioni Bernoulliane. ivi. 41.

R

Reſiſtenze, nate nel progredir delle acque per gli alvei dei fiumi come ſi riduchino a calcolo. VII. xvii. 178. ſeg. Eſempio. VII. xxii. 181. Maggiori quanto maggiore è la pendenza dell'alveo. VII. xxv. 182. cauſate dai rigurgiti del Mare, e per i Venti. VIII. i. 184. de'pali urtati dall'acqua, e formole per calcolarle. X. xxviii. 264. calcolo di eſſe per i detti pali. X. xxxiii. 269. come ſi moltiplichino. X. xxxv. 271. ſeg. come accreſciute con gli orboni ne' pali. X. xxxvii. 272. loro azione in rapporto delle ſponde e filone del fiume. XI. i. 294. ſegni della maggior loro azione. II. ii. 295. di un piano orizontale urtato dall' acqua diſcendente per un piano inclinato. XIV. xii. 413. ſeg. del fondo ſe poſſino arrivare a farſi ſenſibili all'altezza di piedi 8. ſecondo a quanto porta lo ſtrumen-

mento per le velocità di M. Pitot. Agg. alla par. I. del Cap. V. p. 132. della retta ſponda inclinata di un Vaſo. X. I. 245. di una curva, che ſoſtenghi l'acqua. X. II. 246. Eſempio. X. III. 246. di un' argine diſteſo nella ſua ſcarpa in retta linea. X. V. 247. ſeg. de' pali fitti orizontalmente dall' azione di un peſo. X. XLI. 276. de' peſi poſati ſopra di un piano conficcati o liberi. X. XLII. 276. ſeg. come reggano al corſo dell' acqua. X. XLV. 278. delle ruote al muoverſi come ſi calcolino. XIV. XLIV. 432. Eſempio. XIV. XLV. 433. ſeg.

Retratti, come ſi calcoli l' acqua delle piogge ſopra di eſſi. XIII. III. 377. capacità de' loro foſſi quale? XIII. IV. 378. eſcavazione di queſti. XIII. V. 378. calcolo. XIII. VI. 379. Eſempio. XIII. VII. 379. come vadino diſtribuiti in riguardo dell'alto e del baſſo. XIII. VIII. 380. profilo. XIII. IX. 381. foſſi devono aver varie profondità. XIII. X. 381. loro ſcolo generale e foſſi traſverſali. XIII. XI. 382. difficoltà di conſervarli e rimedj. XIII. XII. 382. calcolo dello ſcolo quando vi ſia il rigurgito del Mare. XIII. XIX. 387. ſeg. definizione di eſſi. XIII. XXIV. 390. modi di effettuarli quali e quanti. XIII. XXV. 390. come ſi facciano per eſſiccazione, e come vadino ſcolati. XIII. XXVI. 391. come vadino aſſicurati dalle inondazioni con argini, e come loro ſi proccuri lo ſcolo, ſe ſiano molto vicini al Mare. XIII. XXVII. 393. ſeg. come debbano farſi per alluvione. XIII. XXXVI. 399. ſeg. utili i tagli degli argini de' fiumi torbidi per effettuarli ſollecitamente. XIII. XXXVIII. 400. foſſi da farſi per condurre la torbida ad alzare i baſſi fondi. XIII. XXXIX. 401. formati a forza di foſſi non corriſpondono alla ſpeſa. XIII. XL. 402. abbaſſamento de' terreni dopo abboniti. XIII. XLI. 402. come ſi impreſſino, e regole per i ſcoli. XIII. XLII. 403. Eſempio. XIII. XLIII. 404. come debbano eſſer piantati d'alberi in riguardo alla faccia del Cielo. XIII. XLIV. 404. diviſione del terreno per coltivarlo, e ricavarne il miglior frutto. XIII. XLV. 405.

Riccati, Conte Jacopo, ſue ragioni per la colonna di acqua doppia di altezza nel fatto dell' uſcita di eſs'acqua dal fondo de' vaſi. A. II. VII. 42. ſeg. ſua opinione circa la Cateratta. A. II. VII. 43.

Rigurgiti, che fanno gl' influenti ne' recipienti sboccandovi. VIII. XXX. 203. eſempio. VIII. XXXI. 204. nel Pò per il Mare, termine a cui giongono. VIII. XXXIV. 205. ſeg.

Ripari, quali da preferirſi ne' fiumi. X. LX. 288. ſeg. quali ſi coſtumano nell' Adige, e contro il Mare ne' Lidi di Venezia. X. LXI. 289. di Cantoni di ſmalto come fatti, e come quelli formati con gabbioni. XI. XLIII. 329. ne' Torrenti, di qual genere ſiano da praticarſi, e ſi pratichino effettivamente. XI. LIII. 337.

Rive de' fiumi, come reſiſtino al peſo e corſo dell'acqua. XI. VI. 297. come venghino intaccate dalle corroſioni. XI. VII. 298. loro curvità da che abbia origine. XI. XI. 301.

Rotte ne' fiumi, come ſeguano, ed in quali modi ſuccedano. XI. XIV. 304. ſeg. quali paeſi reſtino più ſoggetti alle medeſime. XI.

xvii. 307. quando ſi fanno per meati ſotterranei, e loro forza. XI. xviii. 309. ſeg. provedimenti perchè non accadino. XI. xxi. 310. modi di chiuderle. XI. xxiv. 313. come ſi prendino in Pò. XI. xxv. 315. come ne' fiumi che hanno ſempre il pelo anche ordinario più alto delle Campagne. XI. xxvii. 316. tirano giù le arginature ſuperiori. XI. xxviii. 317. formano il gorgo. XI. xxix. 318. loro effetti in Campagna. XI. xxx. 318. calcolo della quantità dell' acqua che sgorgano, come ſia da iſtituirſi. XI. xxxi. 319. ſeg. come ſi chiudino, facendo prima il paradore. XI. xxxiv. 321. ſeg. palificata maeſtra per ſerrarle. XI. xxxvi. 323. contropalificata di eſſe. XI. xxxvii. 324. Caſtello della rotta, e ſito da dar loro la *ſtretta*. XI. xxxviii. 325. argine per chiuderle ſoſtenuto da palificate. XI. xxxix. 326. ſeg. come vadino aſſicurate dopo chiuſe. XI. xli. 327.

Ruote degli edificj, rivoluzioni loro paragonate al tempo in cui ſeguono. XIV. xviii. 416. di egual raggio moſſe da una caduta di acqua, e loro calcolo. XIV. xix. 416. altro calcolo ſecondo altre ſuppoſizioni. XIV. xx. 417. maggior raggio di eſſe, facilita il moto. XIV. xxix. 422. come poſſino ricever impreſſioni che ſiano eguali per piani diverſamente inclinati. XIV. xxx. 423. ſeg. Eſempio. XIV. xxxi. 424. impreſſioni che ricevono nella varia inclinazione de' Canali. XIV. xxxii. 424. perchè facciano un determinato numero di giri, in qual modo loro ſi debba dar l'acqua. XIV. xxxv. 426. quando ottenghino il maſſimo loro moto. XIV. xxxvi. 427. come ſi adattino alle gorne perchè ricevino l'acqua normalmente. XIV. xxxvii. 427. ſeg. Eſempio. XIV. xxxix. 429. ridotte a canali cicloidali. XIV. xxxx. 429. Eſempio. XIV. xli. 430. canali cicloidali che portano l'acqua alle palmette di eſſe, devono eſſer chiuſi nella parte ſuperiore. XIV. xlii. 431. loro rivoluzioni in paragone della forza dell'acqua. XIV. xlvii. 434. vantaggi che danno a muovere i peſi. XIV. xlviii. 435. come ſi poſſi temperare il loro moto con le reſiſtenze. XIV. xlix. 436. giri di quelle de' Mulini. XIV. liii. 439. come operino per vincer le reſiſtenze. XIV. lix. 443. *ſguazzo*, come ſi opponghi al loro moto. XIV. lx. 444. calcolo dello ſteſſo. XIV. lxi. 445. benchè di diametro diverſo poſſono aver il medeſimo *ſguazzo* quando il centro ſia un ſolo. XIV. lxii. 445. come debbanſi collocare quando di differente diametro, ſi voglia però che abbiano lo ſteſſo *ſguazzo*. XIV. lxiii. 447. Eſempio. XIV. lxiv. 447. come ſi dividano per collocarvi le palmette. A. XIV. iii. 459. ſeg. quali per ogni corſo di acqua. ivi. 460. calcolo per ottener ciò. ivi. 461. eſempio. ivi e ſeg.

S

SEzioni de' fiumi, e loro varianti altezze. I. xvii. 9.

Scala della velocità. II. x. 8.

Sguazzo delle ruote. XIV. lx. 444. calcolo. XIV. lxi. 445. Lo ſteſſo benchè in ruote di diverſo diametro, quando il centro ſia lo ſteſſo, o alla medeſima altezza. XIV. lxii. 445.

Soſtegni, in quali fiumi venghino poſti e perchè? XII. iii. 341. calcolo per l'alzamento dell'acqua che

far devono. XII. III. 342. ſeg. altezza che ricercano. XII. VI. 344. Eſempio. XII. VII. 344. come ſiano da fabbricarſi per la navigazione. XII. VIII. 345. modo di ſervirſene. XII. IX. 346. loro porte come vadino fabbricate. ivi. del Dolo artificio ed uſo del ſuo Vampadore. XII. IX. 347. rimeſsi del 1740. ivi. calcolo per la quantità dell'acqua che ſcaricano dentro un aſsegnato tempo. XII. X. 348. ſeg. eſempio. XII. XII. 349. regole per aprire i portelli. XII. XIII. 350. loro effettiva fabbrica come vadi piantata. XII. XIV. 350. come devono eſſer aſſicurati nell'ingreſſo. XII. XVIII. 355 loro forma e parti. XII. XIX. 356 Chi ne ſia ſtato l' Inventore. XII. XX. 356. notabili quelli coſtrutti in Francia per l' unione delli due Mari. XII. XX. 357. di Bologna. ivi. a piancòni. XII. XXI. 358.

Spazj, corſi dall'acqua come ſi rilevino. V. P. 2. XIII. 111. Eſempio. V. P. 2. XIV. 111.

Sperimento, del Caſtelli per la velocità delle acque correnti. V. II. 82. ſua ſpiegazione. V. III. 83. della diſtributiva delle acque per le irrigazioni. V. P. 2. IV. 143. ſeg. altro al medeſimo oggetto. ivi. 146.

Sbalzi o ſtrammazzi, loro profilo e modo di fabbricarli. XII. XXVIII. 363. perchè non ſi fermi la torbida all'antipetto verſo il fiume. XII. XXIX. 364. di Governolo inſigne, di Calalecchio, di Mattelica, e del Montone vicino a Ravenna. XII. XXX. 364. modo di moderar la forza dell'acqua a ſollevo delle parti laterali. XII. XXXI. 365. oſſervazione ſopra di ciò. XII. XXXII. 366.

Strumento per indagar la velocità nelle acque correnti di M. Pitot Aggionta. P. I. Cap. V. 130. difficoltà che potrebbe patire nel proprio uſo. ivi. 132. ſeg.

T

TAvole, dell'altezza media del moto ritardato. IV. XXII. 76. dell'altezza media del moto libero. ivi. 77. del Guglielmini per le velocità delle acque uſcenti da' vaſi. V. P. 1. XII. 90. delle oſſervazioni per le velocità con la palla immerſa. V. P. 2. XI. 107. della velocità ragguagliata alle altezze. V. P. 2. XII. 110. delle variazioni del Mare ne' ſuoi moti. VIII. II. 185. delle velocità reſpondenti a' gradi di deviazione ne' pendoli immerſi nell'acqua. A. P. II. V. 153. delle alterazioni del Pò nelle ordinarie maree. VIII. XXXV. 207. de' ſegni della piena del Pò 719. dal Ticino al mare. IX. XXIX. 231

Tempi, dello ſcarico dell'acqua da' Vaſi armati di tubi in qual proporzione ſtieno de' loro diametri. III. IX. 57. dell'evacuazione di un vaſo. XIII. XIV. 384. paradoſſo ſpiegato in tal propoſito. XIII. XV. 384. Eſempio dello ſcarico in ragguaglio de' tempi impiegati. XIII. XVI. 385. dello ſmaltimento dell' acqua de' foſſi per le Chiaviche. XIII. XVII. 385. ſeg.

Torbide come ſi deponghino per gl'impedimenti che incontrano. XIII. XXXV. 398.

Torrenti, come diſponghino i loro fondi che ſono più regolari di quelli de' fiumi reali. IX. XXI. 225.

V

VAriazioni del Pò per il Mare, come vadino ſuccedendo. VIII. III. 185.

Vaſi; loro ſcarico, e ciò che in queſto ſia da oſſervarſi. II. VI. 15.

Velocità de' gravi diſcendenti, e loro ſcale. I. IX. 5. delle acque correnti. I. XV. 8. quali all'uſcir de' vaſi. II. I. 12. in qual ragione ſtiano per rapporto all' altezza dell'acqua. II. V. 14. differenti ne' fori orizontali e verticali de' vaſi II. IX. 17. ſcala che le determina II. X. 18. medie, come ſi trovino e calcolino. II. XI. 18. come ſi trovino geometricamente. II. XII. 19. eſempio di calcolarle. II. XIII. 20. all'uſcir de' vaſi ne' fori formati nel fondo ſecondo il Newton. A. II. II. 28. ponderazioni del Jurin. A. II. III. 30. ſeg. analiſi de' di lui Corollarj. A. II. III. 31. ſeg. Conſiderazioni del Michelotti ſopra la cateratta Newtoniana. A. II. IV. 32. ſeg. quali nelle acque correnti ſecondo il Caſtelli. V. V. 84. quali ſecondo il Barattieri. V. IX. 86. quali ſecondo la Raccolta di Bologna. V. X. 87. quali ſecondo il Guglielmini. V. XI. 88. quali ſecondo l'Autore Anonimo di Modena. V. P. I. XVI. 92. ſeg. eſaminate alla Poleſella con la naſca idrometrica de' Bologneſi. V. P. I. XX. 95. ſeg. modo di trovarle con la palla a pendolo. V. P. 2. I. 100. come eſpreſſe ne' fiumi inclinati. V. P. 2. II. 101. come negli orizontali. V. P. 2. III. 102. come ſtabilite dal Guglielmini. V. P. 2. IV. 102. Loro curve dedotte dopo di eſſerſi rilevate con la palla ſoſpeſa da un filo ed immerſa nell'acqua corrente. V. P. 2. V. 103. ſeg. natura di eſſa curva. V. P. 2. VII. 104. come ſi trovi per la preſſione, ſuppoſto il punto di quiete. V. P. 2. IX. 105. come oſſervate in Pò. V. P. 2. X. 106. Tavola di quanto in propoſito di eſſe fu oſſervato. V. P. 2. XI. 107. ragguagliate all'altezza dell' acqua corrente. V. P. 2. XII. 110. Opinioni di varj Autori circa le ſteſſe. V. P. 2. XV. 112. ſe poſſi correr l'analogia fra quelle oſſervate ne' fori de' Vaſi, e quelle de' fiumi tanto orizontali, che inclinati. V. P. 2. XVI. 113. effetti della palla ſoſpeſa dal filo per dinotarle. V. P. 2. XVII. 114. Eſempio ed oſſervazioni in Pò. V. P. 2. XVIII. 116. come le ritrovi ne' fiumi M. Pitot. Agg. pag. 130. come ſi riconoſchino ne' fiumi riſpetto al vario ſtato del Mare. VIII. XXVIII. 202. Eſempio. VIII. XXIX. 203.

Vene dell'acqua all'uſcir de' fori e loro reſtringimenti, ed eſperienze del Sig. M. Poleni. A. II. VI. 39. come di eſſe ſi ſpieghino i fenomeni delle contrazioni. III. IV. 53. loro ſezione fiſica e razionale. III. V. 54.

Vento, ſentimento del Caſtelli circa al ritardamento che induce al corſo de' fiumi. VIII. IV. 186. parere del Guglielmini circa lo ſteſſo. VIII. V. 187. opinione di entrambi prova il medeſimo. VIII. VI. 188. Eſempio delle inondazioni da eſſi cauſate. VIII. VII. 188. Lemma per calcolarne la forza. VIII. VIII. 189. Eſempio VIII. IX. 190. calcolo ſecondo le varie di lui inclinazioni. VIII. X. 190. ſeg. come operi contro l'acqua. VIII. XIX. 195. ſeg. può agire anco ſe ſpiraſſe orizontalmente. VIII. XXII. 197.

Volpare adoperate nell' Adige, ed altri fiumi dello ſtato Veneto. X. LXI. 289.
Volte de' fiumi, loro effetti in rapporto al corſo dell'acqua. VII. VIII. 172. curvità loro da che proceda. XI. XI. 301. non può alterarſi. ivi. 302.
Vortici ne' fiumi, come ſi formino. X. IX. 250. forza di eſsi come ſi calcoli. X. X. 251. ſeg. Eſempio. X. XII. 252. quanto più alti tanto maggiore è la di loro forza. X. XIV. 253. ripieghi per toglierli. X. XV. 253. ſeg.

Z

ZEro fiumicello del Trivigiano ha nelle piene il ſuo malsimo come i fiumi grandi. IX. XL. 243.

Errori a correggerſi nella Prefazione.

Pag. vj. l. 11. *leg.* che s'interni. pag. xvj. l. 1. *leg.* ce le. pag. xxv. l. 17. *leg.* quelli che tali.

Nell' Opera.

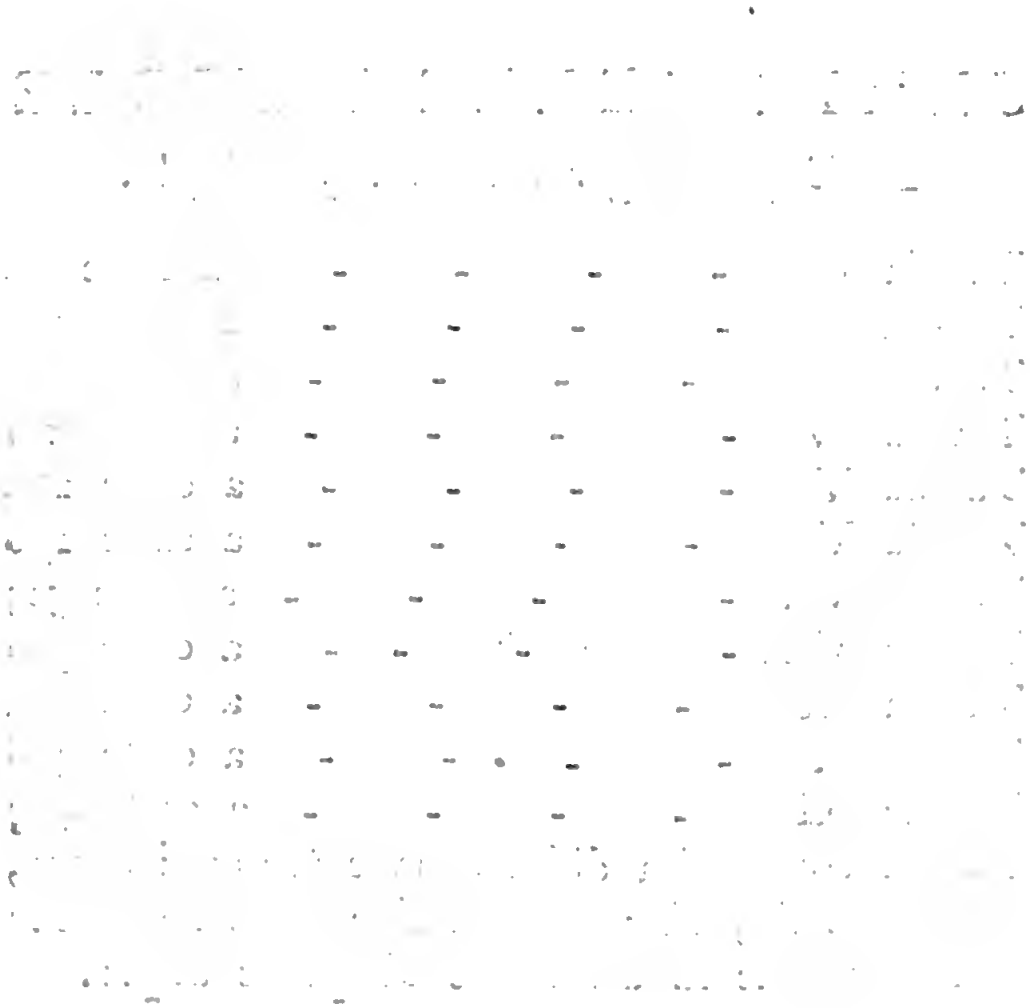
Pag. 6. l. 8. nella, *leg.* della. pag. 16. l. 30. BW. *leg.* KW. pag. 28. l. 28. velocicà, *leg.* velocità. pag. 29. l. penultima $= \frac{8c^4m}{yy}$ *leg.* $- \frac{8c^4m}{yy}$. pag. 35. l. 33. $\int \frac{2b^4 a\sqrt{x}}{bb\sqrt{a}}$ *leg.* $\frac{2b^4 a\sqrt{x}}{bb\sqrt{a}}$. pag. 58. l. 23. fu, *leg.* frà. pag. 68. l. 34. *leg.* cognite. pag. 73. l. 24. *leg.* perpendicolare AD. pag. 86. in margine *leg.* Cap. V, e lin. 3. dal fine $\frac{1}{9}$, *leg.* $\frac{1}{6}$. pag. 91. l. 17. *6 leg. b*. pag. 98. l. 21. *leg.* eſſendo. pag. 107. l. 9. *leg.* di cui. pag. 122. l. 30. *1b; 2b. leg. 1b, 1p; 2b, 2p*. pag. 127. l. 4. *c*R, *leg.* CR. pag. 128. l. 20. *leg.* $Ou = z + x = Db = p$. pag. 130. l. 4. LM, *leg.* I*m*. pag. 146. in marg. *leg.* Fig. 6. pag. 158. l. 3. *leg.* $b^m y^t$. pag. 159. l. penult. *leg.* $z \cdot d$. pag. 160. l. 10. $\frac{n}{1}$, *leg.* $\frac{1}{n}$. pag. 164. l. 21. *leg.* LGF. pag. 174. l. 16. *leg.* B*q*. pag. 180. l. 7: e ſe, *leg.* ſe. l. 17. dopo Propoſ. XVII. s' aggionga, Dialogo III. della nuova Scienza. pag. 185. l. 21 *leg.* ſoggetti. pag. 194. l. 7. *leg.* $5\frac{288}{1000}$. pag. 197. l. 25. *leg.* E A*y*. lin. 31 *leg.* E*y*. ivi l. ult. *leg.* in E. pag. 198. l. 2. EA*y*. in margine del numero XXX. ſi ponga TAV. IV. Fig. 12.. pag. 200. l. 10. *leg.* B*fb*. p. 218. l. 18. *leg.* col ſupporre. pag. 227. l. 21. *leg.* 22000. pag. 279. l. 21. *leg.* far egual impreſſione. pag. 306. l. 11. *leg.* RN. pag. 376. l. 24. *leg.* di non ammettere. pag. 403. l. 6. il che, *leg.* e. p. 410. lin. 33. *leg. ee* VV. pag. 421. l. 24. log. ſen. *leg.* log. 2. pag. 432. l. ult. *x* e, *leg. x*. pag. 463. l. 2. *leg.* col prender.

SERIE DELLE TAVOLE

Perchè poſſino eſſer collocate a ſuoi luoghi.

Tavola I - - - - a carte 64
Tavola II - - - - a carte 128
Tavola III - - - - a carte 170
Tavola IV - - - - a carte 211
Tavola V - - - - a carte 264
Tavola VI - - - - a carte 278
Tavola VII - - - - a carte 323
Tavola VIII - - - - a carte 350
Tavola IX - - - - a carte 382
Tavola X - - - - a carte 418
Tavola XI - - - - a carte 463
Tavola corografica di Ravenna e ſue aggiacenze, ſegnata A, và poſta nel fine della Relazione concernente la diverſione di quelle acque.

NAPOLI
NAPOLI



BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI
BIBLIOTECA NAZIONALE NAPOLI

Tavola I.

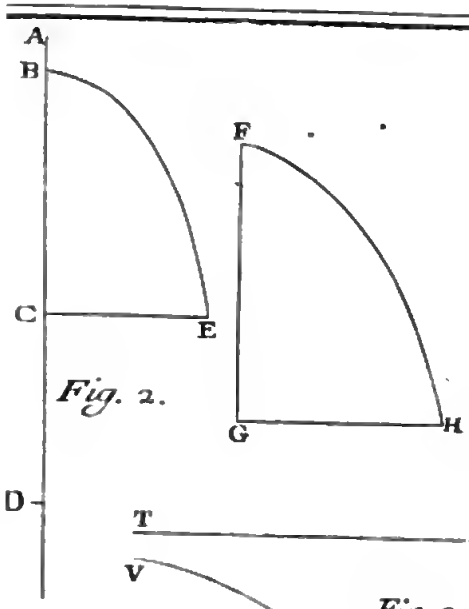
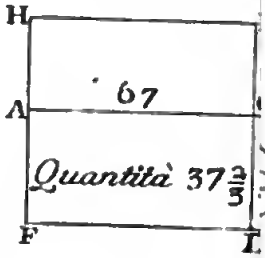


Fig. 2.

Fig. 3.



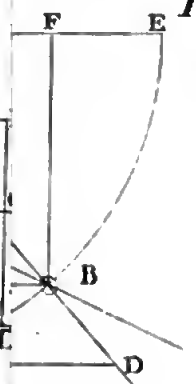


Fig. 4.

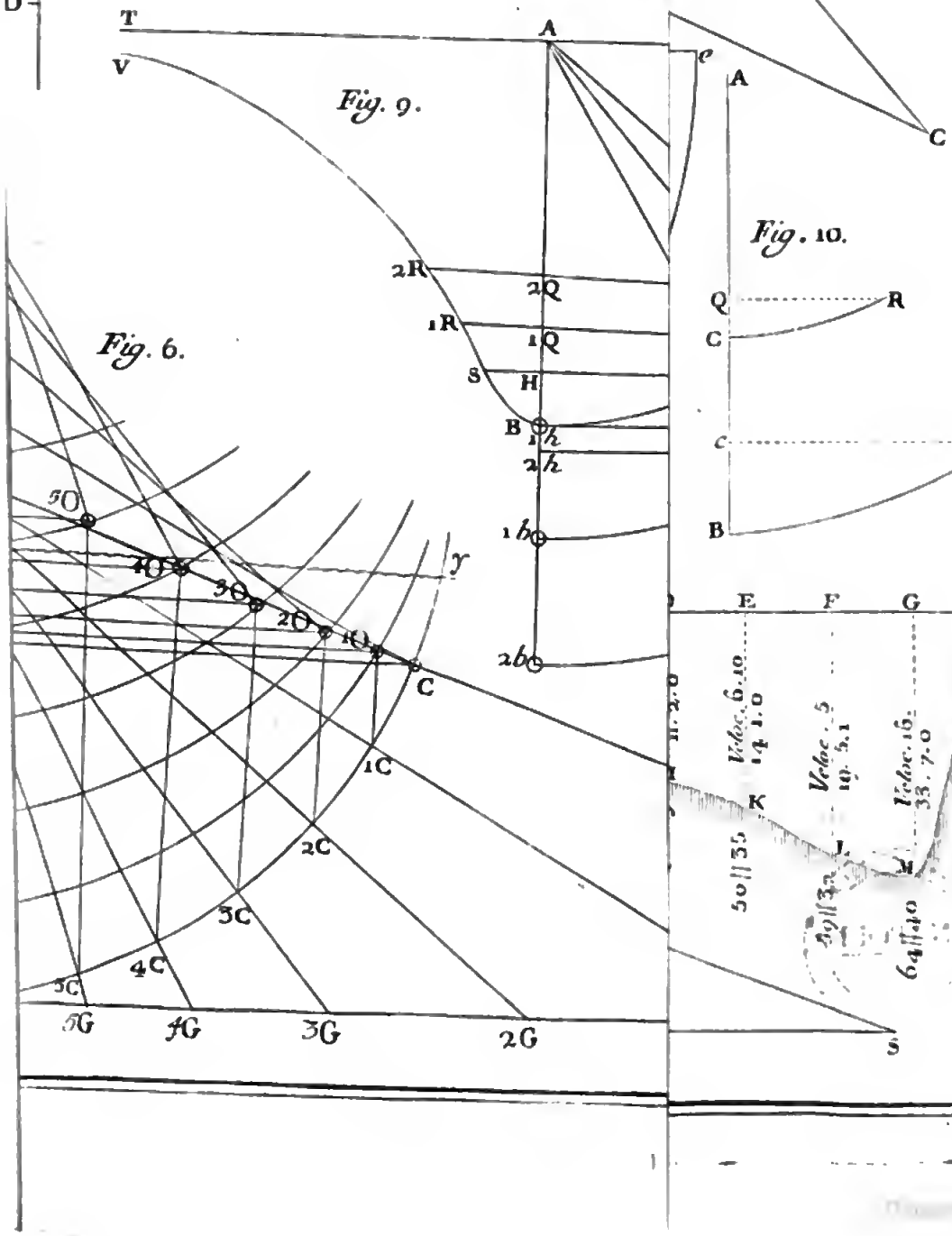


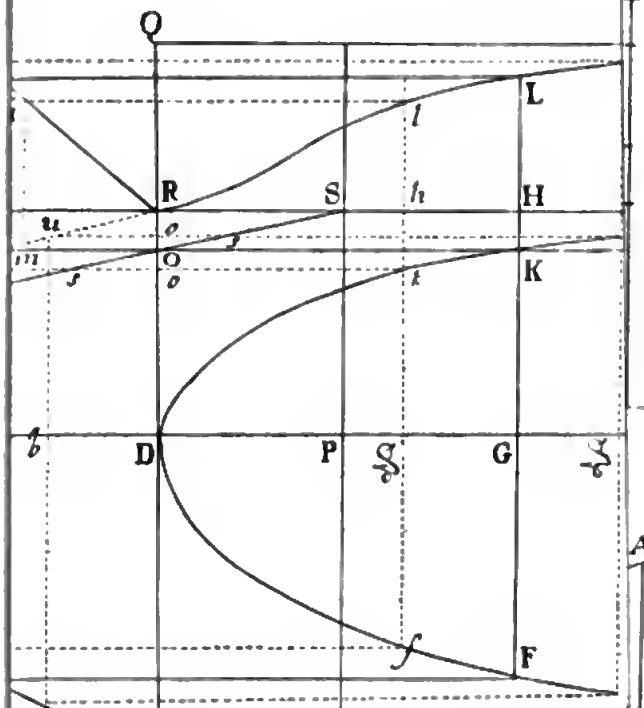
Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 6.

Fig

Tavola . III.



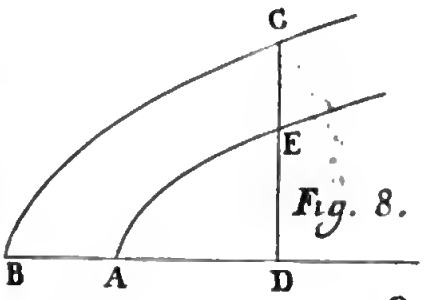


Fig. 8.

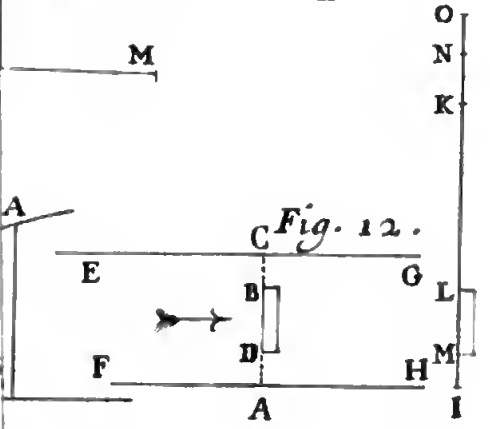
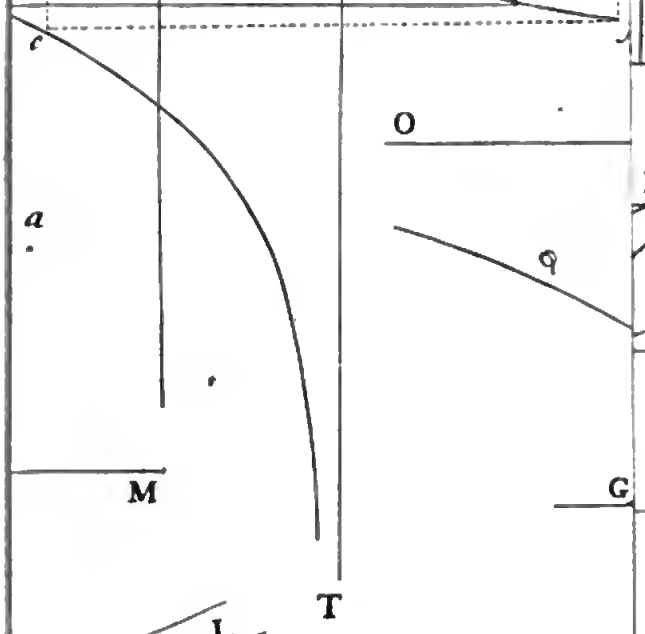
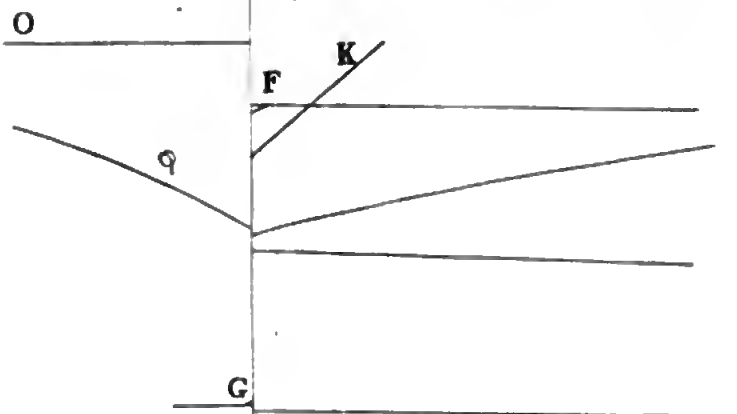


Fig. 12.





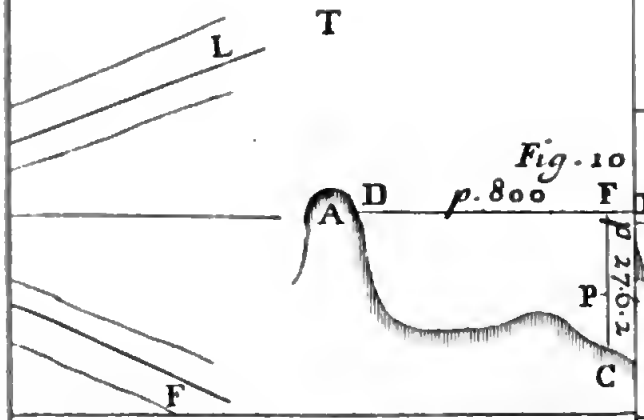


Fig. 10

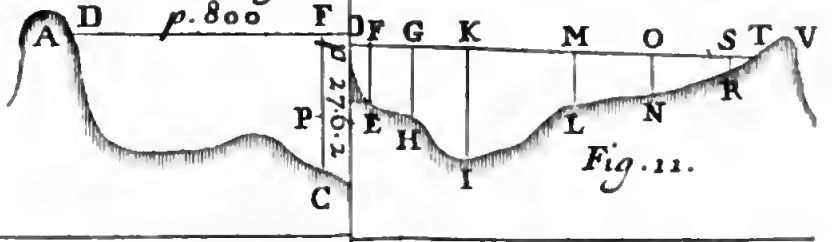
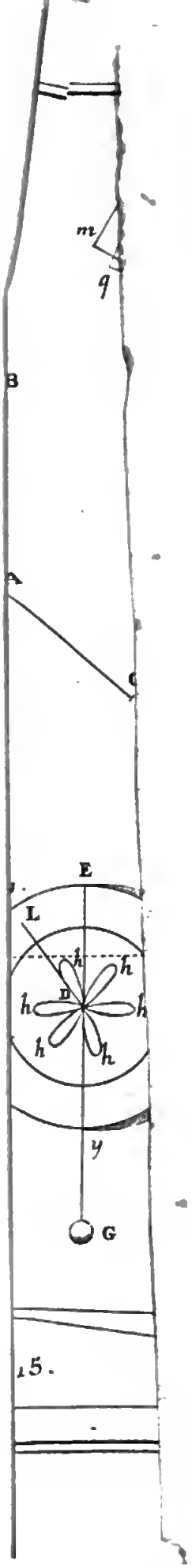
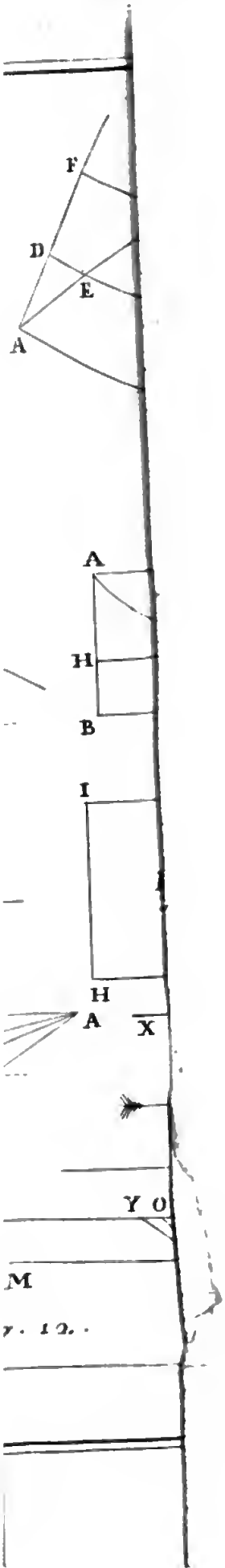


Fig. 11.



15.



NAPOL

Digitized by Google

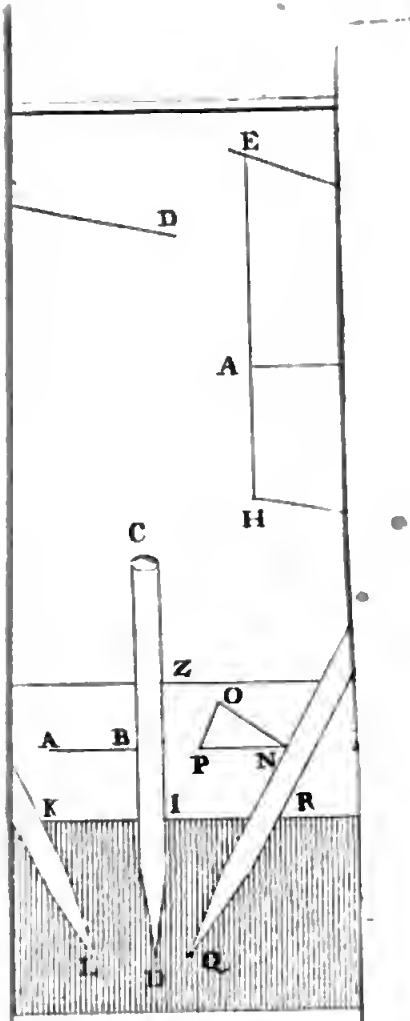
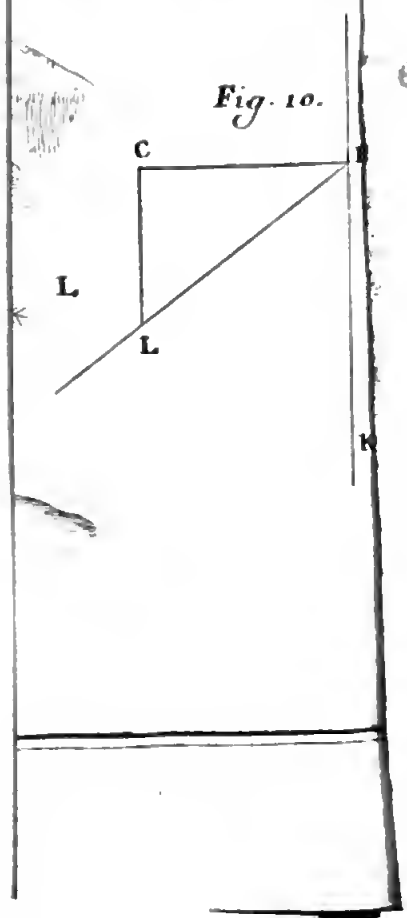
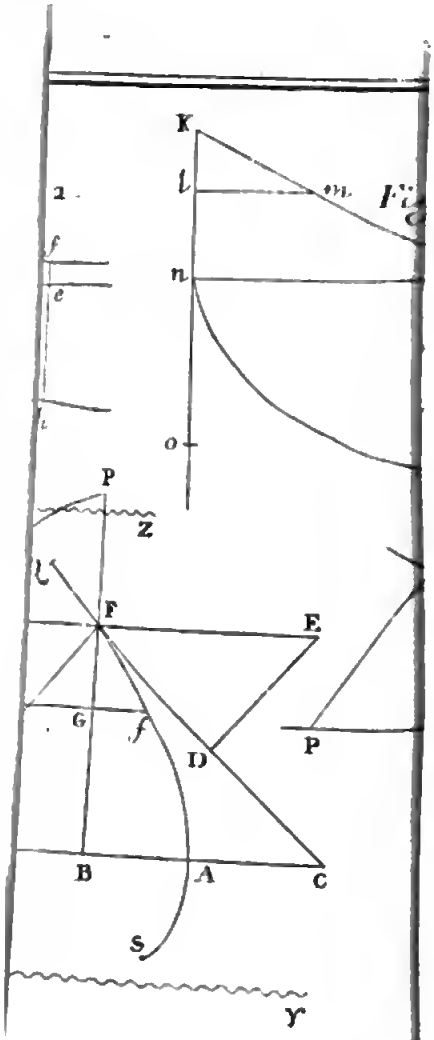


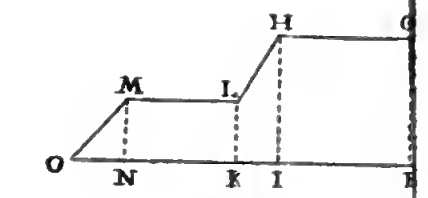
Fig. 10.

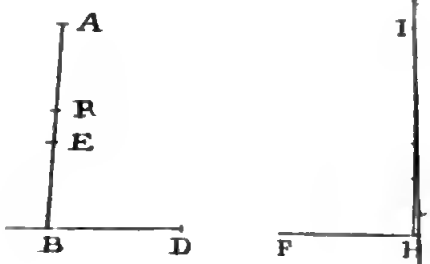


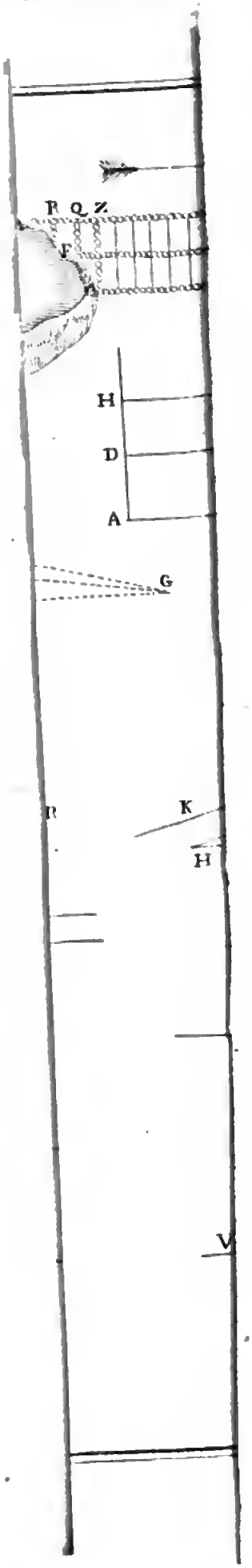
NAPOLI



NAPOLI







NAPOLI

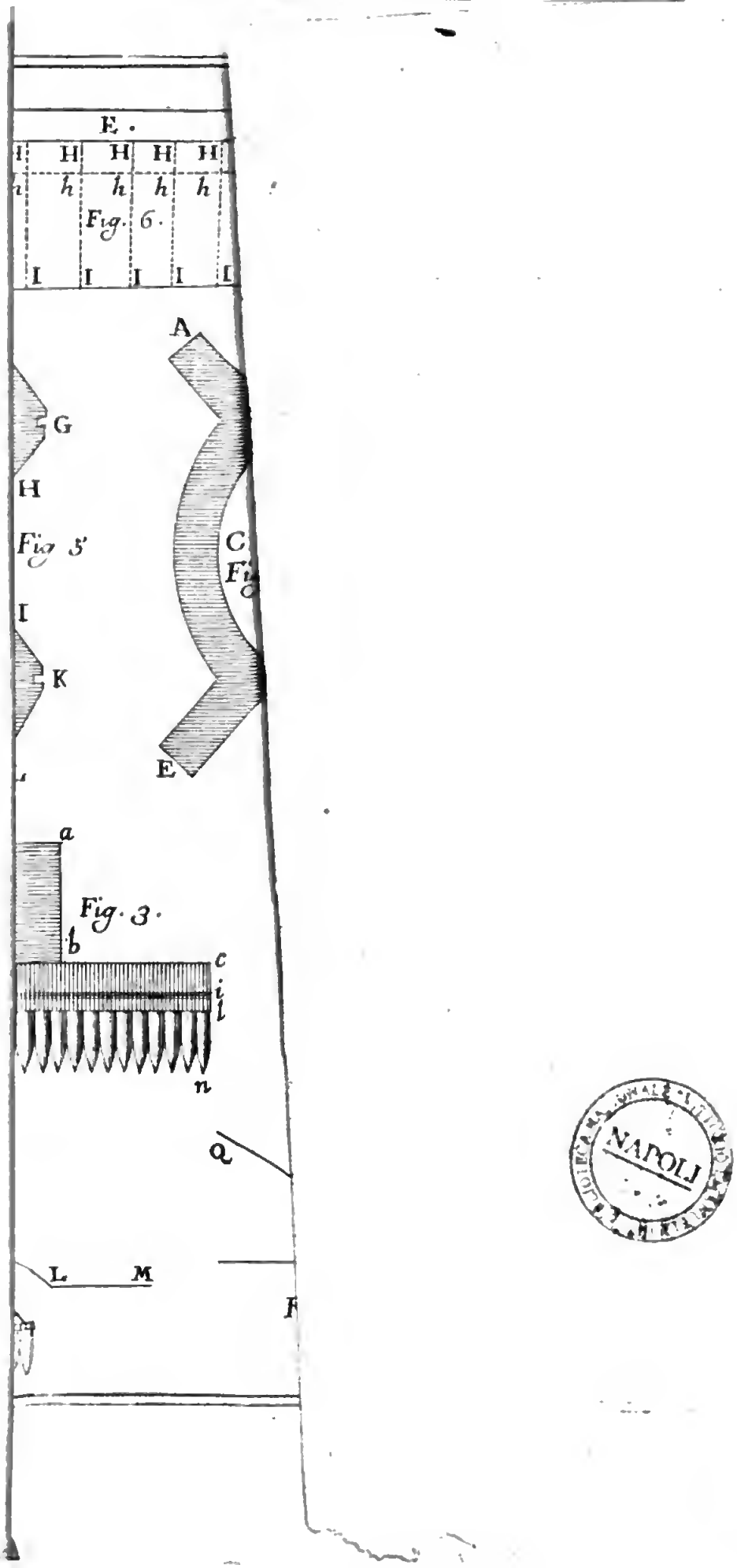


Fig. 6.

Fig. 5

Fig. 3.

NAPOLI

Tavola X.

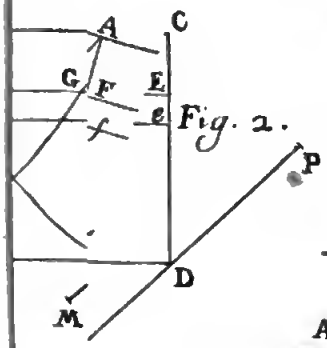


Fig. 2.

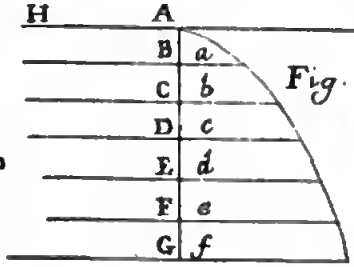
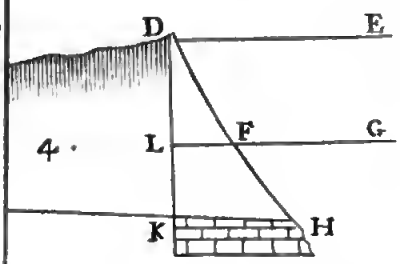


Fig. 3



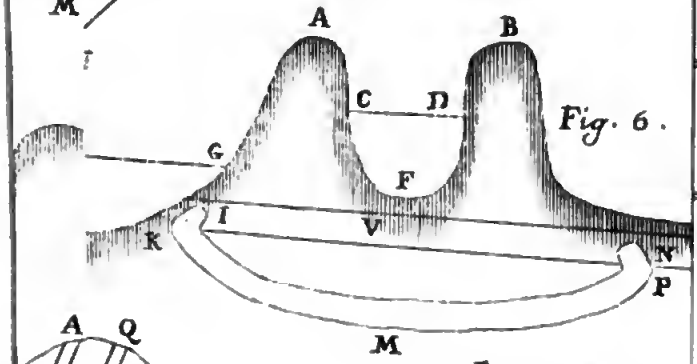


Fig. 6.

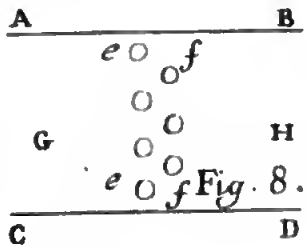


Fig. 8.

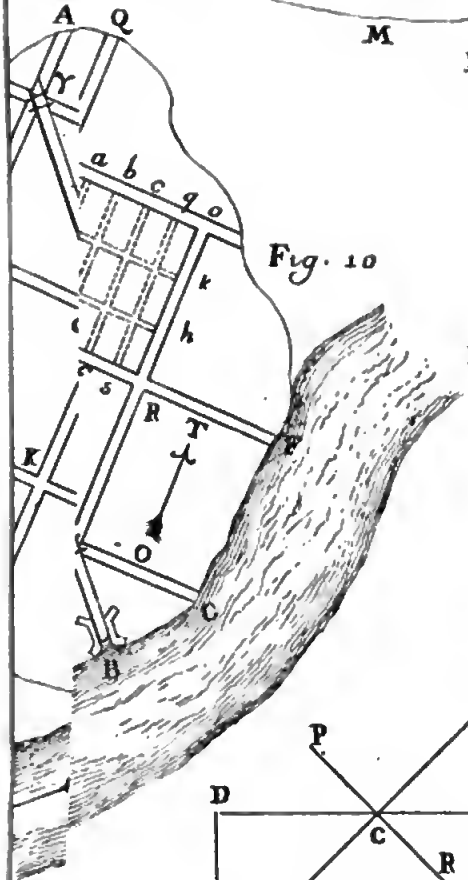


Fig. 10

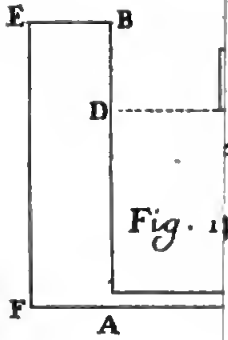


Fig. 14.

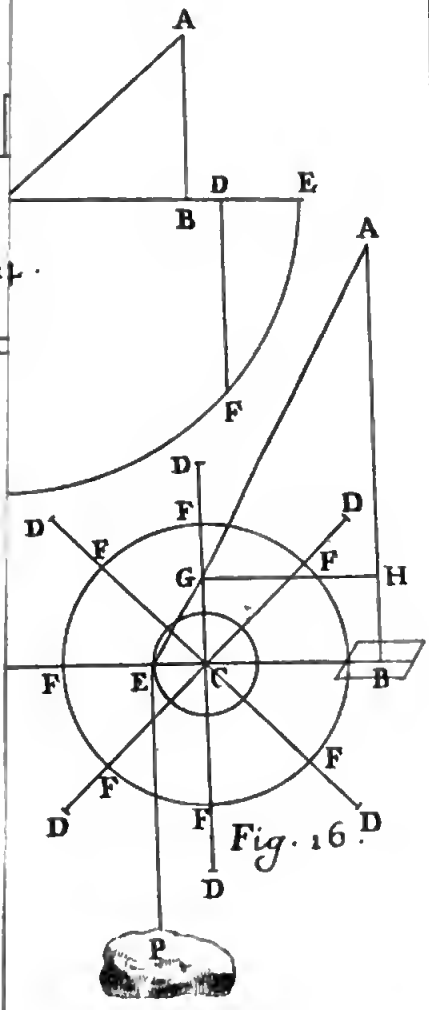


Fig. 16.

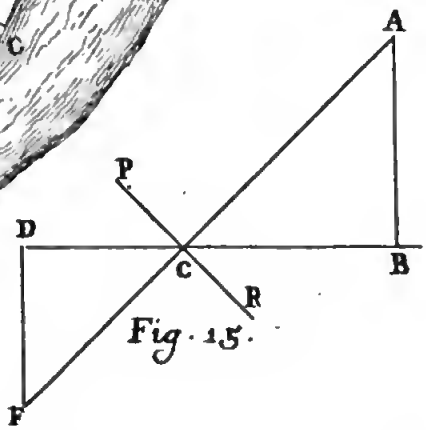


Fig. 15.

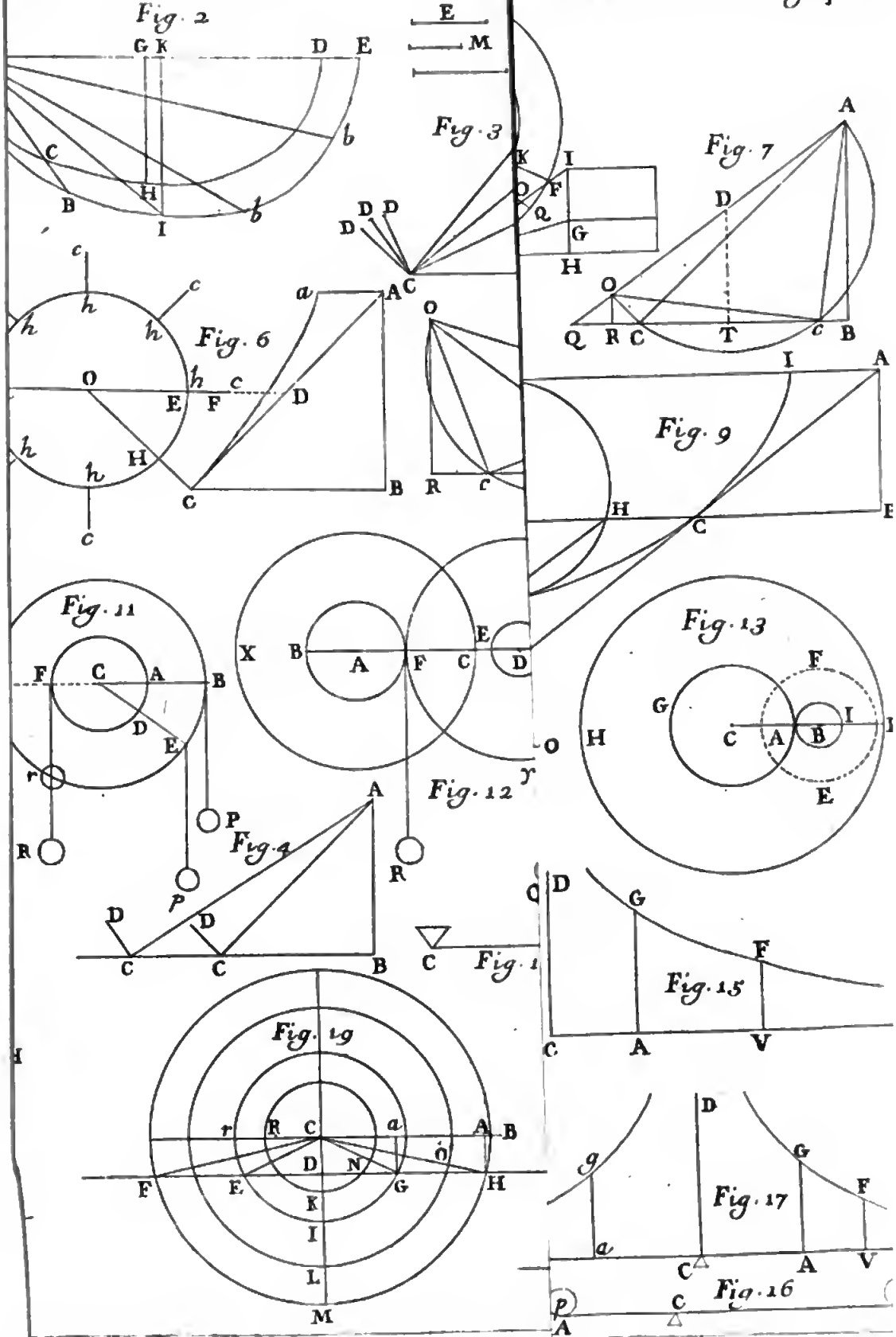
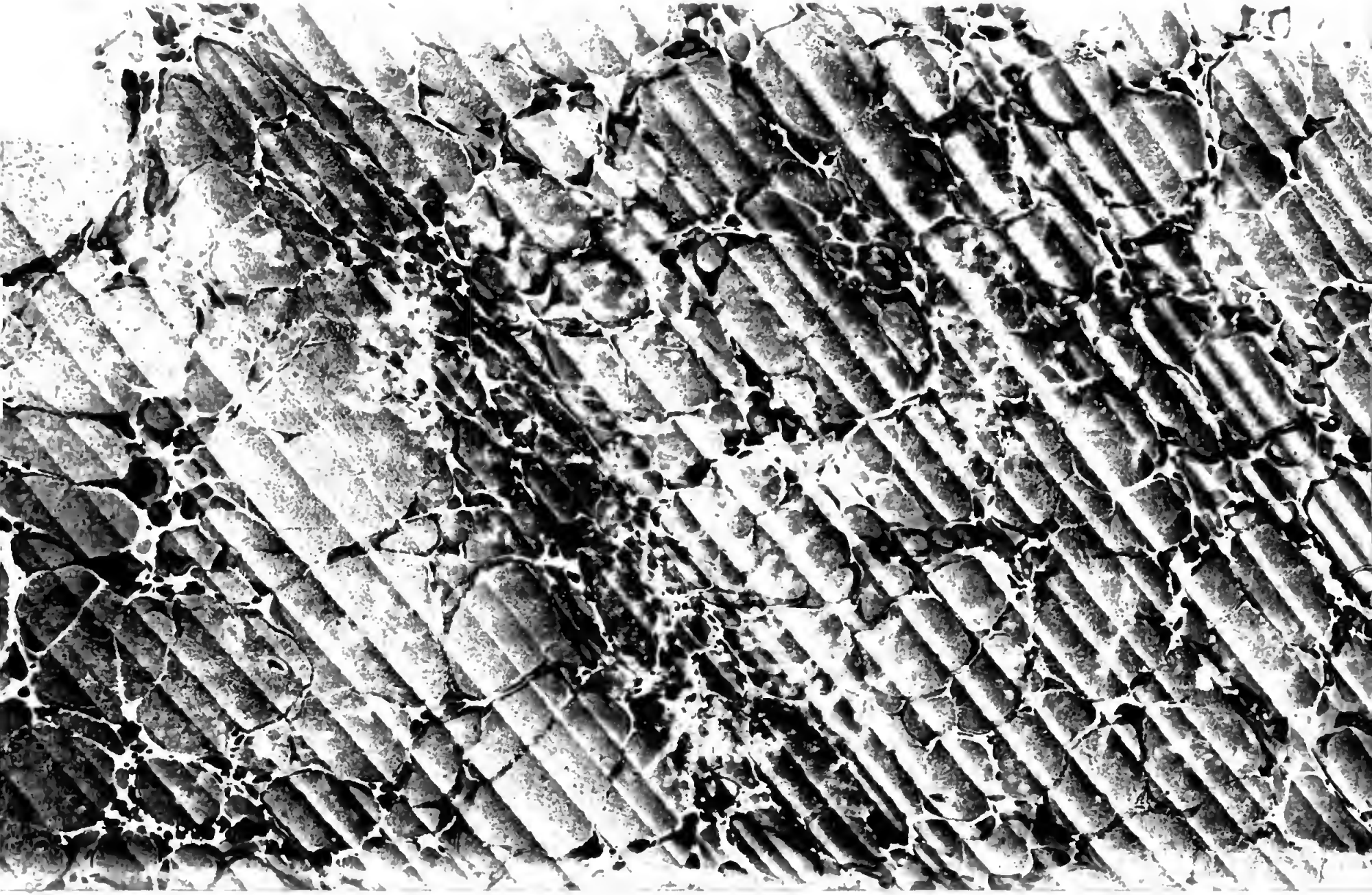


Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 9
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 19

NAPOLI